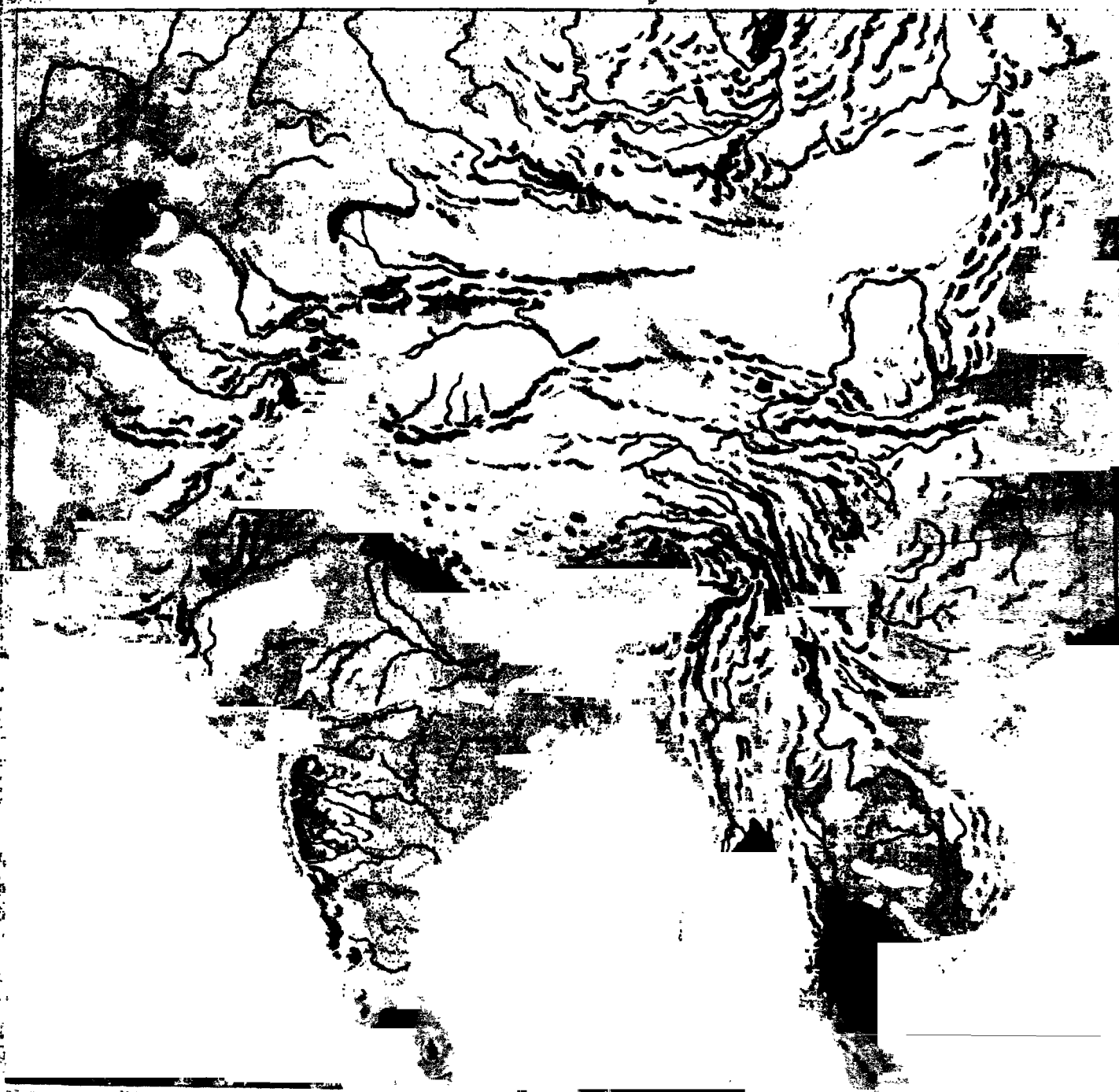


# SOUTHERN TIBET

BY SVEN HEDIN



GOVERNMENT OF INDIA  
DEPARTMENT OF ARCHAEOLOGY  
CENTRAL ARCHAEOLOGICAL  
LIBRARY

---

CLASS \_\_\_\_\_

CALL No. **915.15** *Med*  
**Vol.5**

D.G.A. 79.







SVEN HEDIN

# SOUTHERN TIBET

1906—1908



# SOUTHERN TIBET

DISCOVERIES IN FORMER TIMES COMPARED WITH  
MY OWN RESEARCHES IN 1906—1908

BY

SVEN HEDIN

---

VOL. V

PETROGRAPHIE UND GEOLOGIE

VON

PROF. D:R ANDERS HENNIG



STOCKHOLM

LITHOGRAPHIC INSTITUTE OF THE GENERAL STAFF OF THE SWEDISH ARMY

915.15  
Hed

**CENTRAL ARCHAEOLOGICAL  
LIBRARY, NEW DELHI.**

**Acc. No.** 2215 .....  
**Date** 30.11.54 .....  
**Call No.** 915.15/Hed .....

STOCKHOLM 1916  
KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SONER  
123352

ZUR  
PETROGRAPHIE UND GEOLOGIE  
VON SÜDWESTTIBET

---

VON

ANDERS HENNIG

---

MIT 21 TEXTFIGUREN, 11 TAFELN UND 2 GEOLOGISCHEN ÜBERSICHTSKARTEN

---

STOCKHOLM 1915  
KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

**Gift**  
**from**  
**SWEDEN**  
through  
The Swedish Archæological  
Expedition to India  
1952



## Übersicht des Inhalts.

	Seite.
Einleitung . . . . .	5
Litteratur über die an West- und Südtibet angrenzenden Gebiete . . . . .	8
I. Beschreibung der Gesteinsproben in Nummerfolge mit Angaben ihrer Fundorte . . . . .	11
Anhang. Les calcaires à Orbitolines et à Radiolites du Tibet, par H. DOUVILLE . . . . .	145
II. Die Gesteinsvarietäten in petrographischer Reihenfolge.	
Eruptivgesteine.	
Orthoklasgesteine:	
Granite . . . . .	150
Granitporphyre . . . . .	153
Aplitische und pegmatitische Gesteine . . . . .	»
Liparite mit quarzporphyrischem Habitus . . . . .	154
Natronalkfeldspatgesteine:	
Quarzdiorite . . . . .	159
Quarzdioritporphyrite . . . . .	160
Dacite . . . . .	161
Hyperstenaugitdiorite . . . . .	165
Augitdioritporphyrite . . . . .	»
Andesite . . . . .	»
Kalknatronfeldspatgesteine:	
Gabbro . . . . .	167
Diabas . . . . .	»
Basalt . . . . .	168
Feldspatfreie Gesteine:	
Lherzolite . . . . .	169
Bronzitit . . . . .	»
Sedimentgesteine.	
Konglomerate . . . . .	171
Sandsteine und Quarzite . . . . .	»
Schiefer . . . . .	174
Kieselgesteine . . . . .	175
Kalksteine . . . . .	»
Kristallinische Schiefer.	
Gneissgranite . . . . .	176
Hornblendegneisse . . . . .	177
Amphibolite . . . . .	178
Leptite . . . . .	»
Quarzite und Phyllite . . . . .	179
Vulkanische Tuffe . . . . .	»

	Seite.
III. Geologische Profile.	
Längs dem Westufer des Manasarovar . . . . .	180
Zwischen Sara-hla und Nagor . . . . .	182
Vom Lager 168 im Brahmaputratal bis zum Lager 400 . . . . .	183
» » 396 bis zum Gäbuk-la . . . . .	184
Von Laän bis Tomo-schapko . . . . .	185
» Kjam » zum Angdschum-la . . . . .	»
» Tugu-Lahmo bis zum Lager 78 . . . . .	186
Vom Gurla-Mandata über den Kailas bis Gjekung . . . . .	187
Von Gartok bis Gjekung . . . . .	189
Vom Nganglaring-tso bis zum Tarok-tso . . . . .	»
» Lager 164 am Brahmaputra zum Tong-tso . . . . .	190
» » 168 » » bis Lhungnak . . . . .	192
Vom Ragha-tsanpo zu Tomo-schapko . . . . .	194
Von Njuntschu-gumpa am Brahmaputra bis Tomo-schapko . . . . .	195
Von Lingö » » bis Kapschar . . . . .	196
IV. Zur geologischen Entwicklungsgeschichte von Transhimalaya und Südwesttibet.	
Die verschiedenen Formationen in geologischer Altersfolge . . . . .	198
Prä- und altcretaceische Ablagerungen . . . . .	»
Gault und Cenoman . . . . .	201
Eocän . . . . .	203
Jungtertiär . . . . .	205
Jetztzeit . . . . .	207
Die cretaceischen-tertiären Niveauveränderungen in Südwesttibet . . . . .	208
Die Abtrennung des Transhimalaya von dem Himalaya und von dem tibetanischen Hoch- lande . . . . .	209
Ortsregister . . . . .	213



Das Material, das die Grundlage der vorliegenden Untersuchung über den Gebirgsgrund in den südwestlichen Teilen von Tibet bildet, besteht vor allem aus der 1 171 Nummern betragenden Sammlung von Gesteinsproben, die von Dr. SVEN HEDIN auf seiner Forschungsreise 1906—1908 zusammengebracht wurde, und die demnach die längs diesem Reisewege HEDIN's<sup>1</sup> anstehenden oder auf Exkursionen von demselben aus angetroffenen verschiedenen Formationen repräsentiert. Beim Einsammeln der Gesteinsproben wurde im allgemeinen die Regel befolgt, dass solche Proben überall genommen wurden, wo fest anstehendes Gestein angetroffen wurde, und zwar in solcher Ausdehnung, dass alle die Gesteinstypen, die ihrem allgemeinen Habitus nach sich von einander unterschieden, in der Sammlung vertreten waren. Wo fest anstehendes Gebirge nicht in Reichweite lag, wurden Proben aus dem von den Gebirgshöhen herabstürzten Verwitterungsschutt (Schuttgürteln, Blockanhäufungen) oder aus dem von Gletschern herantransportierten Moränenmaterial genommen. Diese ganze Gesteinssammlung, mit Ausnahme einiger Stufen, die der Geologischen Landesanstalt Indiens übersandt worden sind, ist von Dr. HEDIN dem Mineralogischen Institut der Stockholmer Hochschule übergeben worden und wird nach Abschluss der Bearbeitung im Museum des genannten Instituts aufbewahrt werden.

Ferner sind mir zur Verfügung gestellt worden HEDIN's Originalaufzeichnungen über das Fallen und Streichen der von den Stufen vertretenen Gesteinsmassen sowie andere Feldbeobachtungen bei den einzelnen Fundorten.

Ausserdem habe ich Gelegenheit gehabt, direkt das Gesteinsmaterial aus Westtibet zu untersuchen, das HEDIN von seiner Reise in diesen Gegenden 1899—1902 heimbrachte und das kurz von BACKSTRÖM und JOHANSSON<sup>2</sup> beschrieben worden ist.

Schliesslich sei mit dem Ausdruck aufrichtigen Dankes erwähnt, dass die Geologische Landesanstalt Indiens wohlwollend mir eine grössere repräsentative Sammlung Gesteinsproben von Spiti und Bashahr sowie aus der Gegend um Phari herum geliehen hat, wodurch es mir möglich wurde, direkte Vergleiche zwischen HEDIN's vollständig neuem Material aus Tibet und den innerhalb der an Tibet grenzenden Gebiete Indiens anstehenden verschiedenen Formationen, die bereits zuvor bekannt und in den Veröffentlichungen der Geologischen Landesanstalt Indiens beschrieben worden sind, anzustellen.

Mein eigentliches Untersuchungsgebiet umfasst demnach, wie auch aus der nachstehenden kleinen Übersichtskarte (Fig. 1) hervorgeht, Tibet mit Transhimalaya w. und nw. von Schigatse, d. h. von 89° ö. L. im Osten bis 78° ö. L. im Westen, vom Kuen-Lun im Norden bis zu den Tälern des Brahmaputra, Indus und Satledsch im Süden. Das Gebiet war vor HEDIN's Erforschung desselben geologisch so gut wie vollständig unbekannt, und da HEDIN's Material nur ausnahmsweise eine fossilienführende Bildung repräsentiert, so muss meine Untersuchung

---

<sup>1</sup> HEDIN, Transhimalaya. I, Stockholm 1909.

<sup>2</sup> HEDIN, Scientific results of a journey in Central Asia 1899—1902. Vol. 6, Part 2, Stockholm 1907.

in erster Linie direkten Anschluss an die Arbeiten früherer Forscher über den geologischen Bau angrenzender Gegenden suchen, um erst danach Schritt für Schritt nach den zentralen Teilen des Arbeitsfeldes hin fortzuschreiten.

Die soeben erwähnte Formation, deren Alter, dank dem Vorkommen bestimmbarer Fossilien (Foraminiferen und Rudisten) in derselben, in Detail hat festgestellt werden können, gehört dem Barrémien—Cenoman an. Die Bestimmung der diesbezüglichen Fossilien ist gütigst von dem bekannten Spezialisten für diese Tiergruppen, Herrn Professor H. DOUVILLÉ in Paris, ausgeführt worden. Eine andere fossilführende Bildung habe ich zwar angetroffen, einen Jaspis

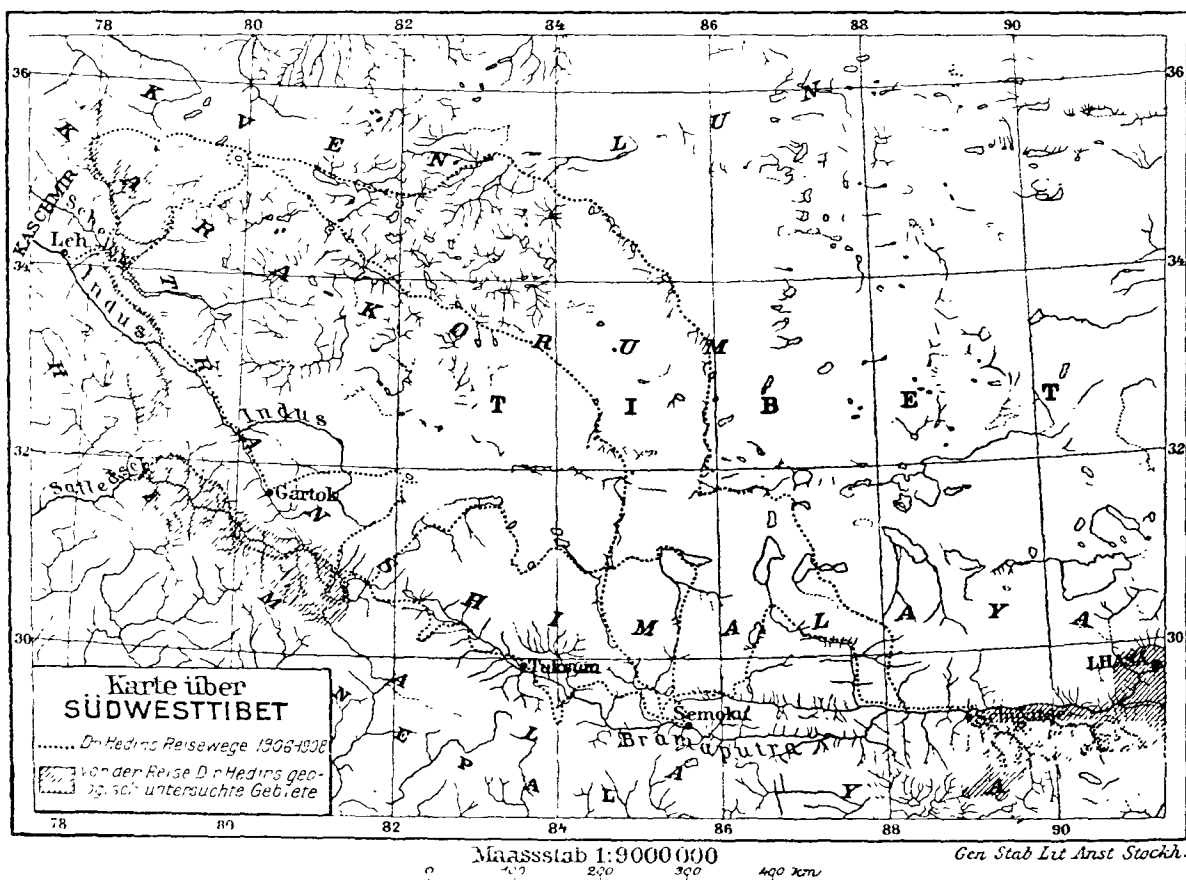


Fig. 1.

mit Radiolarien; diese befinden sich aber in so schlechtem Zustande, dass eine Speziesbestimmung unmöglich durchzuführen gewesen ist, trotz gütigst ausgeführter Bestimmungsversuche seitens Herrn Professor L. CAYEUX in Paris.

Vom Himalaya kennt man aus früheren Untersuchungen eine weit verbreitete Eruptivformation von sowohl granitischen als auch ultrabasischen und zwischenliegenden Magmen. Diese wird nunmehr von der Geologischen Landesanstalt Indiens als späteoocän angenommen, und da die im Brahmaputratal, Transhimalaya und Tibet auftretende Eruptivformation petrographisch identisch mit der des Himalaya ist, gleichwie sie auch geologisch mit dieser zusammenhängt, so habe ich mich betreffs des Alters der genannten Eruptivformation auf die Auktorität

der Geologischen Landesanstalt Indiens gestützt und bin davon ausgegangen, dass auch der von Dr. HEDIN's Reise berührte Teil der fraglichen Eruptivformation späteocän ist.

Die Beschaffenheit des Materials im übrigen machte es notwendig, behufs Identifizierung sich auf petrographische Übereinstimmungen zu verlassen, ein Arbeitsweg, der natürlich leicht zu fehlerhaften Resultaten führen kann. Um indessen das Risiko irreführender Schlussfolgerungen so gering zu machen, wie es unter den vorhandenen Umständen möglich gewesen ist, habe ich mich nicht mit habituellen makroskopischen Ähnlichkeiten begnügen wollen, sondern mich, auch was die sedimentären Gesteinsarten betrifft, mikroskopischer Analysen bedient. Diese haben in einer Masse von Fällen eine exakte und zuverlässige Bestimmung des Ursprungs des in den sedimentären Gesteinen enthaltenen Detritusmaterials und damit des Alters dieser Gesteine, ob prä- oder posteruptiv, d. h. prä- oder posteocän, ermöglicht.

Auch die den Himalaya zusammensetzenden sedimentären Formationen sind innerhalb sehr grosser Gebiete fossilfrei. Zum Zwecke einer Systematisierung derartiger topographisch getrennter Ablagerungen haben sich die Geologen der Geologischen Landesanstalt Indiens der Methode bedient, nicht vereinzelte Gesteinsformationen, sondern zunächst ganze Folgen von solchen zusammenzustellen und mit einander zu vergleichen. Da es ohne weiteres klar erscheint, dass eine detaillierte Übereinstimmung der Schichtenfolge innerhalb zweier Schichtenbauten ein besseres Indizium für die geologische Zusammengehörigkeit der Schichten liefern kann als eine petrographische Übereinstimmung zwischen zwei vereinzelter Schichten, so habe auch ich für Transhimalaya und Tibet diese Bestimmungsmethode benutzt, wo es nötig und möglich erschien.

Trotz aller Vorsicht bei der Anwendung der letzterwähnten Auswege für eine Altersbestimmung bin ich mir natürlich der Möglichkeit von Irrtümern wohlbewusst. Besonders riskabel würde die Ausarbeitung einer Gebirgsgrundkarte auf Grund des zu Gebote stehenden Materials sein, wenn sie mit dem Anspruch aufträte, als eine für alle Zeiten gültige objektive Darstellung betrachtet zu werden. Alle Gebirgsgrundkarten, auch solche, die das Ergebnis sehr detaillierter Felduntersuchungen sind, bleiben in grösserem oder geringerem Grade subjektiv, um so mehr natürlich eine geologische Übersichtskarte, gegründet auf das Material einer raschen geographischen Forschungsreise durch ein zuvor zum grössten Teil ganz unbekanntes Gebiet. In voller Erkenntnis hiervon erachtete ich mich doch, nachdem ich mich eine längere Zeit hindurch mit Detailuntersuchungen über dieses einzigdastehende Material beschäftigt hatte, für verpflichtet zu veröffentlichen, wie meiner Ansicht nach diese Details am zweckmässigsten zu einem Ganzen zu kombinieren sind.

## Litteratur über die an West- und Südtibet angrenzenden Gebiete.

F. STOLICZKA's geologische Untersuchungen während der Jahre 1864—1865<sup>1</sup> umfassen Gebiete, die weiter nach N. und NW. liegen als die von HEDIN in den Jahren 1906—1908 bereisten.

Im Karakorum fallen dagegen STOLICZKA's und LYDEKKER's Untersuchungsgebiete teilweise mit denen HEDIN's zusammen. STOLICZKA<sup>2</sup> gibt kurze Notizen betreffs des Grenzgebiets von Leh an über den Tschang-tschenmo und Ling-schitang. LYDEKKER<sup>3</sup> liefert eine in sehr grossen Zügen gehaltene geologische Karte nebst Beschreibung für das westliche Karakorumgebirge ostwärts bis 79° ö. L. und nordwärts bis 34½° n. Br., indem er sich ausser auf eigene Beobachtungen auch auf Arbeiten von STOLICZKA, GODWIN-AUSTEN, DREW u. a. stützt.

Dass BACKSTROM und JOHANSSON<sup>4</sup> Notizen zu HEDIN's Material vom Jahre 1901 aus Westtibet geliefert haben, wurde bereits oben bemerkt. Bei E. ZUGMAYER<sup>5</sup> findet man einige kurze Auskünfte über Gesteine längs seinem Reisewege, wo dieser den HEDIN's kreuzte, am Jeschil-köl und in der Nähe von Dongila am Arport-tso.

Mehr in Einzelheiten durchgeführt sind die Arbeiten, die den Zentralhimalaya südwestlich von dem von mir bearbeiteten Gebiete betreffen. In erster Linie sei von diesen genannt R. STRACHEY's »On the geology of Part of the Himalaya Mountains and Tibet.«<sup>6</sup> Die Arbeit, die durch eine geologische Karte und drei Profilzeichnungen illustriert wird, bietet eine kurze Übersicht über die Grundzüge der Geologie des Zentralhimalaya und berührt dabei auch die des tibetanischen Gebiets um den Satledsch herum bis zum Rakas-tal und Manasarovar hin. Die Arbeit ist von grundlegender Bedeutung als die älteste und bisher einzig existierende über Hundés.

Während nämlich eine detaillierte Untersuchungs- und Kartierungsarbeit auf der indischen Seite der Grenze nach Tibet zu betrieben worden ist, ist die tibetanische Seite auch für Geologen gesperrt gewesen. In seiner Arbeit »Geology of the Central Himalayas«<sup>7</sup> klagt GRIESBACH wiederholt darüber, wie hartnäckig die tibetanischen Grenzwächter ihn daran hinderten, geologische Untersuchungen auf tibetanischem Gebiet auszuführen. Ein Querprofil gelang es ihm jedoch in diesem Teil von Tibet aufzunehmen, vom Niti-Passe nordwärts bis nach Dongpu am Satledsch.<sup>8</sup> Dasselbe Dongpu wurde im Jahre 1908 von HEDIN passiert, weshalb wir hier einen Anknüpfungspunkt haben. GRIESBACH liefert in dieser Arbeit auch ein ausführliches Verzeichnis über frühere geologische Untersuchungen innerhalb des Zentralhimalaya.

<sup>1</sup> Geolog. sections across the Himalayan Mountains from Wangtu bridge on the river Sutlej to Sungdo on the Indus with an account of the formations in Spiti, accompanied by a revision of all known fossils from that district. Mem. Geol. Survey of India. Vol. V, Calcutta 1865.

<sup>2</sup> A brief account of the Geological Structure of the Hill Ranges between the Indus valley in Ladah and Shah-I-Dula on the frontier of Jarkand territory. Records Geol. Survey of India, Vol. 7, Calcutta 1874.

<sup>3</sup> Geology of Ladah and neighbouring territories. Records Geol. Survey of India, Vol. 13, Calcutta 1880.

<sup>4</sup> HEDIN. Scient. results of a journey in Central Asia 1899—1902, Vol. 6, Part 2, Stockholm 1907.

<sup>5</sup> Bericht über eine Reise in West-Tibet, Peterm. Mittheil. 1909, Bd. 55.

<sup>6</sup> Quarterly Journ. Geol. Soc., Vol. 7, London 1851.

<sup>7</sup> Memoirs Geol. Surv. of India, Vol. 23, Calcutta 1891.

<sup>8</sup> A. a. O., S. 129—131.

Im Jahre 1892 gelang es DIENER, GRIESBACH und MIDDLEMISS trotz der Grenzwachen und teilweise mit ihrer Erlaubnis ein Gebiet des südwestlichen Tibet um Kungribingri, Chitichun, Rimkin und Niti herum zu untersuchen.<sup>1</sup> Dieses Gebiet wird jedoch an keinem Punkte direkt von HEDIN's Reiseweg berührt.

Im Jahre 1900 wurde die Gegend um Chitichun herum von A. V. KRAFFT<sup>2</sup> besucht. Auch er wurde aber durch politische Gründe daran gehindert, tibetanisches Gebiet zu betreten.

Die Gegend um den Spitistrom herum, am Spitipasse, wird von HEDIN's Reiseweg berührt. Dieses Gebiet ist auf der indischen Seite der Grenzlinie Gegenstand wiederholter geologischer Untersuchungen u. a. von STOLICZKA, MC MAHON, LYDEKKER, OLDHAM, GRIESBACH, V. KRAFFT, HAYDEN u. a. gewesen. Die Arbeiten der beiden letztgenannten Geologen sind von HAYDEN in »The geology of Spiti, with parts of Bashar and Rupshu»<sup>3</sup> vereinigt worden; hier finden sich auch kurze Referate der Arbeiten früherer Autoren über die fragliche Gegend.

Gleich östlich von HEDIN's Forschungsgebiet, am Tengri-nor oder Nam-tso, fand der Pandit NAIN SINGH im Jahre 1876 einige Exemplare von *Omphalia Trotteri* FSTM.<sup>4</sup>, welche zeigten, dass der jüngeren Kreide angehörende Kalksteine bei dem genannten tibetanischen See anstehen.

Von allergrösster Bedeutung für meine Bearbeitung von HEDIN's geologischem Material aus Tibet war HAYDEN's »The geology of the provinces of Tsang and Ü in Central Tibet».<sup>5</sup> In dieser Arbeit findet sich eine übersichtliche Darstellung des Baues des Gebirgsgrundes innerhalb desjenigen Teiles von Tibet, der im Jahre 1903 von der englischen Expedition nach Lhasa unter YOUNGHUSBAND durchzogen wurde. Obwohl diese Expedition nicht direkt das von HEDIN erforschte Gebiet von Tibet berührte, indem sie sich südöstlich und östlich von diesem hielt, erhalten wir doch durch HAYDEN's ausgezeichnete Untersuchungen feste Anhaltspunkte für die Beurteilung der Geologie des bei meiner Arbeit zunächst in Frage kommenden Gebiets und zwar sowohl rücksichtlich der fossilfreien sedimentären, als der eruptiven Bildungen desselben. In der angeführten Arbeit findet sich auch ein ausführliches Verzeichnis früherer Untersuchungen in Sikkim und Bhutan. Insbesondere wird auf die grosse Bedeutung der geologischen und petrographischen Arbeiten E. J. GARWOOD's im oberen Sikkim<sup>6</sup> hingewiesen.

Auch die zusammenfassenden Übersichtsarbeiten über die Geologie Indiens<sup>7</sup> enthalten natürlich viele Notizen, die für das Verständnis des geologischen Baues von Tibet wichtig sind, auch wenn sie nicht die Grenzmarken der Kenntnis bezüglich der Geologie dieses Landes weitergerückt haben als die hier oben erwähnten Spezialabhandlungen, auf denen sie selber ruhen.

Die jüngst erschienene Übersichtsarbeit, von HAYDEN,<sup>8</sup> über die Geologie der an Tibet stossenden Grenzgebiete Indiens bietet zwar eine kritische Behandlung und Umwertung eines Teils der Angaben und Ansichten der älteren Autoren betreffs der südwestlichen Grenzgegenden

<sup>1</sup> DIENER, Ergebnisse einer geolog. Expedition in den Central-Himalaya von Johar, Hundes und Painkhande, Denkschr. d. K. Akad. d. Wissensch. Wien, Math.-Naturw. Classe, Bd 52, Wien 1895.

<sup>2</sup> Note on the »Exotic blocks» of Malla Johar in the both Mallas of Kumaon, Memoirs Geol. Survey of India, Vol. 32, Calcutta 1902.

<sup>3</sup> Memoirs Geol. Survey of India, Vol. 36, Calcutta 1904.

<sup>4</sup> FEISTMANTEL, On the occurrence of the cretaceous genus *Omphalia* near Namcho Lake, Tibet, about 75 miles north of Lhasa, Records Geol. Survey India, Vol. 10, Calcutta 1877.

<sup>5</sup> Memoirs Geol. Survey of India, Vol. 36, Part 2, Calcutta 1907.

<sup>6</sup> GARWOOD, The Geological and Physical features of Sikkim, Appendix A. FRESHFIELD, Round Kanchenjunga, London 1903.

<sup>7</sup> H. B. MEDLICOTT und W. C. BLANFORD, A Manual of the Geology of India, Calcutta 1879; 2. Auflage derselben Arbeit, von R. D. OLDHAM revidiert und umgearbeitet, Calcutta 1893.

<sup>8</sup> S. G. BURRARD und H. H. HAYDEN, A sketch of the Geography and Geology of the Himalaya Mountains and Tibet, Part 4. The Geology of the Himalaya of HAYDEN, Calcutta 1908.

Tibets gegen Indien, enthält aber nichts Neues bezüglich des geologischen Baues des tibetischen Landes innerhalb der von diesen älteren Forschern eingehaltenen Grenzlinien. Im SO. dagegen, innerhalb des Grenzgebiets gegen Bhutan, umfasst HAYDEN's geologische Karte das Land bis nach Schigatse hin. d. h. bis direkt hinauf zu dem weitest nach SO. belegenen Fundort für eruptive wie für sedimentäre Gesteine innerhalb des von HEDIN erforschten Gebietes.

## I. Beschreibung der Gesteinsproben in Nummerfolge mit Angaben ihrer Fundorte.

### 1. Grauer, dichter und schiefriger **Leptit** (Tafel VIII, Fig. 2).

Das Gestein setzt sich aus *Quarz*, *Orthoklas*, *Biotit* und *Granat* zusammen. Die Quarz- und Orthoklas-Individuen sind alle von derselben Grösse, in einander mit gezahnten Rändern greifend und eine allotriomorphe Masse bildend. Der Quarz zeigt undulöse Auslöschung; der Orthoklas ist niemals frisch, sondern von Verwitterungsprodukten ganz getruibt. Der Biotit, braun oder infolge Auslaugung grünlich, bildet unregelmässig lappige Individuen, deren  $\alpha$  = hellgelb,  $\beta$  und  $\gamma$  = braun; er zeigt eine deutliche, wenn auch sehr kleine Achsenwinkelöffnung. Die Biotitblättchen liegen so orientiert, dass ihre längsten Achsen dieselbe Richtung innehaben. Die Granate, schwach hellrot, sind selten. Oft scheinen sie zerquetscht zu sein; die ursprünglich zusammengehörigen Stücke liegen entweder *in situ*, oder sie sind etwas verschoben, zusammengefügt durch sekundären Quarz.

Die Struktur ist feinkörnig bis dicht, kristalloblastisch und schwach porphyroblastisch mit Granatrelikten; die Textur ist schiefrig, wenn auch die Lagerung schwach ausgeprägt ist.

Das Gestein scheint ein Paragneiss oder, wenn man so will, ein feldspatreicher Biotitquarzit zu sein, entstanden durch Umwandlung eines tonigen Sandmaterials.

Die Stufe stammt aus den Felsenecken gleich östlich von Tankse, wo das Gestein zusammen mit grauem Gneissgranit (3) vorkommt. Das Fallen  $85^\circ$  gegen S.  $30^\circ$  W.

### 2. Grauer, feinkörniger **Gneiss**.

Eine Varietät von (1), etwas grobkörniger als dieses Gestein und zusammen mit diesem vorkommend.

Die Probe ist 3 Kilom. östlich von (1) geschlagen worden.

### 3. Grauer, feinkörniger und schiefriger **Gneissgranit** (Tafel I, Fig. 6).

Das Gestein besteht aus *Orthoklas*, *Plagioklas*, *Quarz* und *Biotit* sowie, in zurucktretender Menge, *Muscovit*, *Apatit*, *Titanit*, *Epidot* und *Zirkon*. Die Struktur ist deutlich granoblastisch mit ungefähr gleichgrossen Komponenten in isodiometrischen Körnern ohne bestimmte Orientierung. Die Textur wird jedoch schiefrig, die Schieferung nur dadurch hervorgerufen, dass die Glimmerblättchen, zu dünnen Streifen angesammelt, innerhalb derselben in ungefähr parallelem Plan liegen.

Der *Orthoklas* zeigt einheitlichen Bau. Schnitte nach *M* (010) mit zentralem Austreten der Bisectrix  $c$  löschen unter  $7-8\frac{1}{2}^\circ$  gegen die feinen Spaltrisse nach *P* (001). Er scheint demnach ein schwach natronhaltiger Orthoklas zu sein. — Der *Plagioklas* zeigt polysynthetische Zwillingslamellierung nach dem Albitgesetz. Die zur Zwillingsebene symmetrische Auslöschungsschiefe beträgt  $12^\circ$  (= gemessenes Maximum). Die Lichtbrechung des  $\omega$  des Quarzes ist kleiner als diejenige des  $\gamma'$  des Plagioklases (die Messung wurde nach der bekannten Methode

von Professor BECKE<sup>1</sup> ausgeführt); demnach muss der *An*-Gehalt des Plagioklases grösser als 15 % sein, d. h. der soeben angeführte Auslöschungswinkel ist positiv (SCHUSTER). Der Plagioklas ist folglich ein basischer *Oligoklas*, zusammengesetzt<sup>2</sup> nach der Formel  $Ab^7An^3$ . — Der *Quarz* hegt liquide Interpositionen mit beweglicher Libelle, geordnet zu Reihen oder Bändern durch das ganze Korn. — Ab und zu sieht man kleine, gerundete Partien von *myrmekitischer* Struktur; zuweilen scheint der Myrmekit die peripherischen Teile eines Plagioklases auszumachen, siebartig von wurmförmigen Quarzstengeln durchbohrt. Diese Erscheinung ist sehr oft bei schwacher Quetschung eines Gesteines wahrzunehmen. — Der Biotit macht ungefähr 18 Volumprozent der Gesteinsmasse aus; a = grüngelb, b und c = dunkelgrün bis olivgrün.

Die chemische Analyse, ausgeführt im chemischen Laboratorium zu Alnarp von Dr. G. T. TYDÉN, ergab folgende Werte:

SiO <sub>2</sub>	69.70 %
TiO <sub>2</sub>	0.71
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.61
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.92
MnO	0.15
MgO	1.65
CaO	2.77
Na <sub>2</sub> O	2.37
K <sub>2</sub> O	2.07
H <sub>2</sub> O	0.98
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.15
Summe	100.08 %

Reduziert und umgerechnet nach OSANN<sup>3</sup> ergibt die Analyse:

	Gewichts- prozent.	Molekular- proportionen.	Molekular- prozent.
SiO <sub>2</sub>	71.90 %	119.00	77.54 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.01	17.65	11.50
FeO	1.03	1.43	0.93
CaO	2.83	5.05	3.29
MgO	1.69	4.18	2.72
K <sub>2</sub> O	2.12	2.25	1.47
Na <sub>2</sub> O	2.42	3.90	2.55
Summe	100.00 %	153.46	100.00 %

Gruppenwerte.	Projektionswerte.
S = 77.54	
A = 4.02	a = 7.5
C = 3.29	c = 6.0
F = 3.65	f = 6.5;
M = 0.00	demnach a > f > c.
T = 4.19	
k = 2.25	
n = 6.34	

<sup>1</sup> Bestimmbarkeit d. Gesteinsgemengtheile besond. d. Plagioklase auf Grund ihres Lichtbrechungsvermögens. Sitzungsber. d. K. Akademie d. Wissensch., Mat. Naturw. Cl., Bd 102, Wien 1893. S. 367.

<sup>2</sup> M. LEVY, Détermin des Feldspaths dans les plaques minces, Paris 1904. Pl. 11.

<sup>3</sup> TSCHERMAK, Miner. Petrog. Mitteil. XIX, S. 351. XX, S. 394. XXI, S. 365. XXII, S. 322.



Im OSANN'schen Projektionsdreieck (hier unten, S. 156) fällt der Analysenort dieses Gneissgranites z. B. mit demjenigen des Granitites von Landsberg<sup>1</sup> zusammen; er liegt ferner in der Nähe des Analysenortes für GRUBENMANN'S Biotitorthoklasgneiss, eines Gneissgranits von Oetzthal in Tirol,<sup>2</sup> sein  $c$  ist jedoch etwas grösser als beim Oetzthalgneiss = 6:4.5.

Aus der chemischen Analyse geht also hervor, dass die Zusammensetzung dieses Gesteins mit der Zusammensetzung eines mittelsauren Granitmagmas übereinstimmt. Die optische Analyse gibt an, dass das Gestein durch eine Metamorphose desselben schwach porphyritartigen Granites, der bei mehreren Fundorten in Transhimalaya und Himalaya angetroffen worden ist, entstand, und dass die Metamorphose durch Gebirgsfaltung verursacht wurde. Indessen sind kataklastische Erscheinungen sehr selten; ebenso vermisst man in diesem Gneissgranit die für die obere Umwandlungszone charakteristischen Mineralkombinationen. Ob die Metamorphose der mittleren oder der unteren der GRUBENMANN'schen Zonen zuzurechnen ist, muss für den Augenblick unentschieden bleiben, vielleicht könnte man annehmen, dass die Metamorphose des Granites in Gneissgranit in den tieferen Teilen der mittleren Zone erfolgte.

Das Gestein, das zusammen mit den hier oben erwähnten und weiter nördlich als diese vorkommt, wurde aus der nördlichen steilen Felzenwand 2 Kilom. nordöstlich vom Fundorte für (2) geschlagen. Das Fallen 68° gegen S. 30° O.

#### 4. Graulich brauner Gneissgranit.

Das Gestein setzt sich aus *Orthoklas*, *Plagioklas*, *Quars*, braunrotem *Biotit* und *Apatit* sowie, in stark zurucktretender Menge, aus *Muscovit*, *Zirkon*, *Epidot* und *Titanit* zusammen. Die Struktur ist, was die Feldspat- und Quarzindividuen betrifft, granoblastisch, zuweilen jedoch undeutlich porphyroblastisch. Diese letztgenannte Strukturform wird durch eine Quetschzone, einen Mörtelkranz von kleineren Quarzkörnern um ein grösseres Quarzrelikt, hervorgerufen. Die Textur ist durch die planparallele Anordnung der Biotitblättchen schieferig.

*Plagioklase* mit fast zentral austretender Bisectrix  $c$  auf  $M(010)$  zeigen eine Auslöschungsschiefe zu 15° gegen die scharfen Spaltrisse nach  $P(001)$ , also  $Ab^{11}An^9$ . Das gemessene Maximum der zur Zwillingssebene nach dem Albitgesetz symmetrischen Auslöschung = 28°; auch nach diesem Befund sollte ein *basischer Andesin*,  $Ab^5An^4$ , vorliegen. Der Plagioklas zeigt oft einen zonaren Bau ohne bestimmte Grenze zwischen den verschiedenen Zonen; die Hülle ist saurer als der Kern. Die Einschlüsse des *Quarses* sind liquid, geordnet in derselben Weise wie im hier oben beschriebenen Gneissgranit (3). Der Achsenwinkel des *Biotits* ist sehr klein,  $2E = 8\frac{1}{2}$  bis 9°;  $a$  = gelb oder sehr hell braungelb.  $b$  und  $c$  = dunkelbraun. Der Gehalt an Glimmer beträgt ung. 21 Volumprozent der Gesteinsbestandteile.

Das Gestein ist mutmasslich genetisch mit (3) zusammengehörig, nur unbedeutend von diesem verschieden. Die Mörtelstruktur des hier behandelten Gneissgranites deutet vielleicht eine Pressung desselben in einem höheren Niveau als das für (3) angenommene an. Beide Varietäten kommen zusammen vor. Die Probe (4) stammt von einem über dem Talboden hervorragenden Hügel 3 Kilom. w.n.w. von Muglib. Das Fallen wird zu 78° gegen W. 30° S. angegeben.

#### 5. Grauer, turmalinhaltiger Leptit (Tafel VIII, Fig. 3).

Dies Gestein stimmt sehr nahe mit (1) überein, ist aber glimmerreicher als dieses sowie auch reicher an, gleichsam durchtränkt von staubartigen Erzpartikeln. Der Leptit enthält eine nicht unbedeutliche Menge von authigenen *Turmalinkristallen* in nadelförmiger Ausbildung

<sup>1</sup> ROSENBUSCH, Elemente der Gesteinslehre, 3. Aufl., Stuttgart 1909 S. 239.

<sup>2</sup> GRUBENMANN, Die kristallinen Schiefer, II. Berlin 1907. S. 41, Fig. 1. Analyse 5.

und mit regelmässiger Begrenzung; c farblos, a tiefblau. Die Struktur kann als lepidoblastisch bezeichnet werden und stellt ein schönes Beispiel der Kristallisationsschieferung dar. Der Gehalt an authigenem Turmalin deutet pneumatolytische Prozesse oder Kontaktmetamorphose, die Schieferung Dynamometamorphose an als Ursache der Umwandlung eines tonig-sandigen Sediments in jetzigen Leptit; man könnte vielleicht den Umwandlungsvorgang am besten als eine Piezokontaktmetamorphose (WEINSCHENK) bezeichnen. Für diese Annahme spricht der Reichtum an Glimmer und das Vorhandensein von Turmalin sowie die Abwesenheit typischer Kontaktminerale. Die Kontaktmetamorphose muss von der Eruption der Granite der Gegend herrühren; das seitens des Granits umgewandelte Sediment muss demnach prägranitisch, d. h. wie hier unten bewiesen werden wird, präecan sein.

Die Probe stammt aus einem niedrigen Hügel an der rechten Talseite 3 Kilom. s. ö. von Muglib. Das Fallen 67° gegen N. 34° O.

#### 6. Graulicher **Leptit**,

identisch mit (5), enthält kleine Einlagerungen von kristallinisch körnigem Kalkstein (7).

Fest anstehend 4 Kilom. östlich von (5) am nördlichen Ufer eines kleinen Talsees. Das Fallen 41° gegen N. 45° O.

#### 7. Weissler, kristallinisch körniger **Kalkstein**.

Kommt zusammen mit (6) vor, grössere Lagen in Leptit bildend von derselben Natur wie die in diesem liegenden kleineren Kalksteinlinsen.

#### 8. Weissgrauer, kristallinisch körniger **Kalkstein**

mit ausgeprägter Streckung, bestehend aus direkt mit einander verwachsenen, ungefähr gleich-grossen Kalkspatindividuen die die gewöhnliche, polysynthetische Zwillingsstreuung nach  $\frac{1}{2}Rz(01\bar{1}2)$  zeigen; ihr Durchmesser ungefähr 0.35 mm. Die Struktur ist eine typische Pflasterstruktur ohne Verzahnung der Körner. Die gestreckt schiefrige Textur wird durch die ab und zu in der Masse auftretenden unbedeutenden Linsen oder dünnen Streifen eines farblosen, stengeligen *Tremolits* hervorgerufen. Der Tremolit zeigt, wie gewöhnlich, keine terminalen Flächen, keinen Pleochroismus;  $c:c = 15$ ; die Achsenebene parallel zu der prismatischen Spaltbarkeit. — Die gewöhnlichen Kontaktminerale eines Kontaktkalkes werden vermisst, was zusammen mit dem Vorkommen des Tremolits nach WEINSCHENK eine Piezokontaktmetamorphose des Kalksteins andeuten sollte. Hier oben wurde gezeigt, dass der Leptit, in welchem der Kalkstein eingelagert liegt, einer Piezokontaktmetamorphose unterlag.

Von Fossilien sind keine direkten Spuren wahrzunehmen.

Kommt mit (6) und (7) zusammen vor, fallend 65° gegen N. 45° O.

#### 9. Rotblonder, gestreckter **Marmor**.

Das Gestein setzt sich aus farblosen, allotriomorphen *Kalkspat*individuen ohne Randverzahnung und aus braunroten *Glimmer*blättchen zusammen.

Kommt in Wechsellagerung mit (10) vor.

#### 10. Grauer, granatführender **Leptit**.

Identisch mit (1). Die Stufe wurde 2.6 Kilom. westlich vom Panggong-tso geschlagen. Das Fallen am genannten Fundorte 82° gegen N. 15° O.

(9) und (10) herrschen am Wege bis nach Probrang. In den Kies- und Blockanhäufungen des Talbodens finden sich massenhaft auch dieselben Gneissgranite, die hier oben unten (3) und (4) beschrieben wurden.

**11. Dunkelgrüner, mittelkörniger Augit-Biotitschiefer.**

Das Gestein setzt sich aus *Augit*, *Biotit*, *Apatit*, *Eisenerzen* und *Hornblende* zusammen. Die Erze, Apatite und Augite zeigen eine selbständige Begrenzung, die Biotite und Hornblende sind xenomorph. Die schwach ausgeprägte schiefrige Textur wird von der parallelen Anordnung der Glimmerblättchen hervorgerufen.

Der *Apatit* bildet lang-säulenförmige Individuen von bis zu 1.25 mm Länge mit basischer Absonderung und von unregelmässig hexagonalem Querschnitt mit einem Durchmesser von ungefähr 0.25 mm. Er liegt im Augit und Apatit sowie in der Hornblende eingeschlossen. Der *Pyroxen* ist monoklin, klar farblos, in säulenförmigen, durch Prisma und Pinakoid begrenzten Individuen. Die prismatischen Spalttrisse sind kräftig und dichtliegend, die pinakoidalen sehr selten. Der Augit ist randlich oft in grüne bis blaugrüne kompakte *Hornblende* umgewandelt. Weiter sieht man sowohl in den randlichen wie in den zentralen Partien des Augites unregelmässige Flecken braunen *Biotites*; wenigstens ein Teil des Biotites ist ganz bestimmt von sekundärer Natur, auf Kosten des Augites gebildet. Die Absorption des Biotits:  $\alpha$  = hellgelblich,  $\beta$  und  $\gamma$  = dunkelbraun;  $2E = 2.5^\circ$ . Oft zeigt der Biotit schöne Biegungen, gewöhnlich hegt er auch ein sagenitisches Gewebe von Rutilnadeln.

Das Material ist zu einer endgültigen Entscheidung der Natur des primären Gesteines nicht hinreichend; vielleicht war dieses ein apatitführender Augitit, der durch Dynamometamorphose teilweise in einen kristallinen Schiefer umgewandelt worden ist.

Das Gestein kommt als lose Blöcke »oberhalb Probrang«, wahrscheinlich auf dem Marsimik-la, vor; »hier ist anstehender Berg kaum anzutreffen«.

**12. Rötlicher Gneissgranit.**

Granoblastische, schwach schiefrige Masse, die sich aus *Quarz*, *Mikroklin*, *Plagioklas*, *chloritischen Substanzen*, *Muscovit*, *Zirkon* und *Epodit* zusammensetzt. Die Quarzkörner, deren Durchmesser gewöhnlich 0.25 mm beträgt, zeigen stark verzahnten Rand, undulose Auslöschung und Druckzwillinge oder sogar Zerquetschung zu unregelmässig begrenzten Partien, die optisch verschieden orientiert sind, obwohl im gewöhnlichen Licht keine Diskontinuitäten wahrzunehmen sind. Die Einschlüsse sind liquid, mit beweglicher Libelle, oft zu das Korn durchquerenden Streifen oder Bändern angeordnet. Zwischen den Quarzkörnern liegen Körner von Mikroklin und Plagioklas sowie stark trübe, schuppige Aggregate, die sich mehrmals als Umwandlungsprodukte von Plagioklas zeigten. Die chloritischen Substanzen mit unternormalen Farben und staubartigen, opaken Körnchen stammen sicher aus ehemaligen Biotitblättchen.

Lose Blöcke aus den Blockanhäufungen zwischen dem Marsimik-la und Pamsal, 10 Kilom. südlich vom letztgenannten Platz.

**13. Grauer Gneissgranit.**

Identisch mit (14), kommt zusammen mit (12) vor.

**14. Grauer, turmalinführender Gneissgranit.**

Das Gestein besteht aus *Quarz*, stark umgewandeltem *Feldspat*, *chloritischen Substanzen*, *Erzstaub*, *Zirkon*, *Turmalin*. Die stark verzahnten Quarzkörner, von 0.11—0.35 mm Durchmesser, hegen Flüssigkeitseinschlüsse und zeigen undulose Auslöschung. Die feinschuppigen Aggregate zwischen den Quarzkörnern sind als Umwandlungsprodukte nach Feldspat aufzufassen, ebenso wie die chloritischen Partien als solche nach Glimmer. Sowohl die Zirkone wie die Turmaline sind selten. Die letztgenannten sind oft zerquetscht, die Bruchstücke durch sekundäre Quarzsubstanz wieder zusammengeheilt;  $\gamma$  = farblos,  $\alpha$  = gelb.

Die Struktur ist granoblastisch nach porphyroblastisch zielend mit linsenförmigen grösseren Quarzrelikten, von einem Mörtelkranz aus kleineren Quarzkörnern umgeben. Schon durch die unter sich parallel liegenden Quarzlinsen wird eine gestreckt schiefrige Textur angedeutet, die indessen durch die planparallele Anordnung der blättrigen Elemente verstärkt wird.

Das Gestein scheint mir durch Pressung eines turmalinführenden Granites gebildet worden zu sein und zwar in einer der oberen Zonen.

Anstehend wurde das Gestein an der linken (westlichen) Talseite des Tschang-tschenmo-Tales, 8 Kilom. südlich von Pamsal, angetroffen. Das Fallen wurde zu 23° gegen O. 40° S. beobachtet.

**15. Grauer, glimmerreicher Gneissgranit.**

Diese Varietät von (14) kommt abwechselnd mit diesem vor.

**16. Rotlicher, rostfleckiger, turmalinhaltiger Gneissgranit.**

Auch dieses Gestein stellt nur eine Variation der eben besprochenen Gneissgranite vor, reicher an Muscovit und Turmalin als diese. Der Turmalin bildet kleine säulen- oder körnerförmige Individuen von unregelmässiger Begrenzung, zerquetscht und wieder geheilt; c = farblos, a = gelb.

Anstehend 2.6 Kilom. südlich von Pamsal mit westlichem Fallen.

**17. Rötlicher Gneissgranit.**

Identisch mit (12), (16) u. s. w.; kommt bei Pamsal im Tschang-tschengmo-Tal vor; das Fallen 15° gegen S. 10° O.

**18. Weisser, kristallinischer Kalkstein.**

Ansteht nordöstlich von Pamsal.

**19. Graulich weisser, dichter Kalkstein.**

Das Gestein ist hart und splitterig. Fest anstehend auf dem Mankogh-la, 4 Kilom. südlich von Gogra. Das Fallen wird, unter Beifügung der Anmerkung »unsicher«, zu 24° gegen N. 40° O. angegeben.

**20. Brauner, quarzhaltiger Schiefer.**

Die Hauptmasse des Gesteins besteht aus einem feinstruierten Aggregat von kleinen Quarzsplittern und Glimmerblattchen. In dieser Masse sieht man rundliche oder unregelmässig geformte Quarzkörner von 0.4—0.9 mm Durchmesser sowie Körner von Plagioklas und Orthoklas, die dieselbe Form und Grösse wie die Quarze zeigen. Dazu treten rundliche Partien eines ophitisch struierten, verwitterten Quarzbiotitdiorites, eines Granites, Porphyrites etc. — Das Gestein ist also auf Kosten der eocänen (siehe hier unten) Eruptivformation der Gegend entstanden und selber demnach posteocän.

Ob fest anstehend oder nur als lose Blöcke ist nicht ganz klar; die Probe stammt vom aufgehenden Tal nordlich des Mankogh-la, südlich von Gogra.

**21. Schwarzer, quarzhaltiger Schiefer.**

Etwas feinkörniger, kalcitreicher als (20); bildet härtere Partien im verwitterten Gestein in der nächsten Nähe von Gogra. Schon in der Bunsenflamme, leichter aber vor dem Gebläse färbt sich der Schiefer ab, wird braungrau und schmilzt zu grauem Email.

**22. Rötlicher Sandstein.**

Das Gestein besteht aus runden Körnern von *Quarz*, *Mikroclin*, *Plagioklas* sowie, in beträchtlicher Menge, aus Körnern von *Turmalin*, *Zirkon* und *Titanit*, dazu treten kleine *Muscovit*-Schuppen; das Gestein setzt sich also aus denselben Mineralbestandteilen zusammen wie die hier oben beschriebenen Gneissgranite. Im Sandstein sind indessen die Körner meistens — besonders trifft dieses für die grosseren Körner zu — schön abgerundet, vom Wasser abgenutzt und nicht unmittelbar mit einander verwachsen, sondern mittels eines unbedeutenden Detrituscementes zusammengehalten; diese Zwischenmasse ist durch einen opaken Staub dunkel gefärbt. Die Grösse der Körner wechselt zwischen 0.15 und 0.35 mm, einzelne Körner erreichen einen Durchmesser bis zu 1—1.10 mm. Der Mikroclin ist oft ganz frisch, sonst sind die Feldspatkörner gewöhnlich in trübe Aggregate umgewandelt. Die Turmalinkörner scheinen rund, abgenutzt in derselben Weise wie die übrigen allothigenen Elemente; ihr Hiersein beweist folglich keine pneumatolytische Kontakteinwirkung auf das den Sandstein zusammensetzende Detritusmaterial; der Sandstein bildete sich auf Kosten des Turmalingranites, ist demnach selber posteoocän.

Der Sandstein ist fest anstehend 1.8 Kilom. nördlich von Gogra am Wege nach dem Tschang-lung-jogma. Das Fallen 36° gegen S. 20° W.

**23. Grauer, schwach quarzitischer Sandstein.**

Das Gestein kann als eine feinkörnige Varietät von (22) bezeichnet werden und geht in dieses über. Die Körner, in der Regel von 0.1 mm Durchmesser und folglich nicht so gut abgerundet wie die grösseren Körner von (22), bestehen aus *Quarz*, *Plagioklas*, *Mikroclin*; dazu treten einzelne Körner von *Turmalin* und *Zirkon* sowie *Muscovit*blättchen etc.; man sieht hier auch seltene opake Erzkörner und gelblich-braune Haute von Eisenhydroxyd. Auch hier, gerade wie bei (22), bildet der Turmalin kleine, runde, abgenutzte, allothigene Körner. — Einige Partien der Gesteinsmasse zeigen eine recht deutliche Umkristallisierung mit verzahnten Quarzkörnern; sonst ist im allgemeinen die ursprüngliche Psammitstruktur ganz gut erhalten.

Anstehend aufgefunden 4 Kilom. nordöstlich vom Fundorte für (22). Das Fallen ist hier 58° gegen N. 30° W.; weiter nach vorn zeigt der Sandstein prächtige Faltungen; das Fallen S. 30° O. ist jedoch vorherrschend.

**24 und 25. Travertin**

als Inkrustationen in der Form gewölbter Kuppeln und Schalen um die in der Gegend von Tjuta, 4.6 Kilom. s. vom Tschang-lung-jogma, auftretenden heissen Quellen.

**26. Grauer, unreiner Kalkstein.**

Loser Block an einer der genannten heissen Quellen.

**27. Grauer, schwach quarzitischer Sandstein.**

Identisch mit (23) und anstehend zusammen mit (24) und (25). Das Fallen wurde zu 47° gegen S. 15° O. gemessen.

**28. Grauer, feinkörniger Sandsteinschiefer.**

Unter dem Mikroskope zeigen gewisse Partien des Gesteins eine genaue Übereinstimmung mit (23), sie sind jedoch feinkörniger als dieser Sandstein. Die Hauptmasse ähnelt einem Tonschiefer, ist wie dieser feinschuppig. In dieser feinstruierten Masse sieht man *Quarzsplitter*chen von 0.06 mm Durchmesser und gewöhnlich scharfeckig, obwohl auch abgerundete Körner

sich unter denselben finden. Auch die hier vorkommenden *Plagioklaskörner* sind scharfeckig. Erwähnenswert ist ferner, dass das Gestein einen beträchtlichen Gehalt an Calciumkarbonat zeigt in der Form kleiner *Kalkspat*-Individuen, zwischen der Quarz- und Feldspatkörnern in der Hauptmasse liegend.

Anstehend angetroffen im Tschang-lung-jogma-Tal, 4.6 Kilom. im S.S.W. von Dr. HEDIN's Lager I. Das Fallen  $40^\circ$  gegen S.  $45^\circ$  W. Dasselbe Fallen herrscht »eine gute Strecke Weges das Tal hinauf. Weiter nördlich, in der Nähe des Engpasses auf 5,170 m ü. d. M., zeigt die Sandsteinsmasse starke Faltungen. »Anstehender Felsen wird immer seltener und tritt nur an der Basis und auf der Hohe der Gebirge hervor, sonst lauter Verwitterungsreste.«

**29. Grauer, feinkörniger Sandsteinschiefer.**

Identisch mit (28). Steht fest in einem kleinen Hügel am Flusseinschnitt, 2 Kilom. nördlich vom Lager 1 und 7 Kilom. im S.S.W. vom Engpass des Tschang-lung-jogma an. Das Fallen  $11^\circ$  gegen S.  $30^\circ$  O.

**30. Grauer Sandstein.**

Etwas grobkörniger und lockerer als (28) und (29), sonst mit diesen identisch. Aus festem Felsen des Tschang-lung-jogma. 5,780 m ü. d. M. geschlagen. Das Fallen hier  $33^\circ$  gegen S.  $30^\circ$  O.

**31. Grauer, rostfleckiger Sandstein.**

Stimmt mit den soeben beschriebenen Sandsteinen genau überein. Fest anstehend 2.4 Kilom. im N.N.O. vom Tschang-lung-jogma und 4.5 Kilom. im W.S.W. vom Lager 2. Das Fallen auch hier S.  $30^\circ$  O. unter einem Winkel vom  $46^\circ$ .

**32. Grauer, rostfleckiger, schwach quarzitischer Sandstein.**

Identisch mit (31). In einem kleinen Hügel am linken Fluss-Ufer, 4.8 Kilom. nördlich vom Lager 2. Fallt  $83^\circ$  gegen S.  $30^\circ$  W.

**33. Graulich brauner, dichter Kalkstein.**

Das Gestein besteht aus feinkörnigem Kalkschlamm mit eingesprengten Kalkspatstreifen oder -Körnern. Diese grösseren Kalkspatindividuen sind oft langgestreckt, die Längsachse in derselben Richtung liegend, wodurch eine Art Parallelstruktur hervorgerufen wird. Zuweilen rühren sichtlich die grösseren Kalkspatindividuen von einem Fossilskelett, einem Echinidstachel, einer Koralle etc. her, die Fossilien jedoch in allen wahrgenommenen Fällen so vollständig in Kalkspat umgewandelt, dass eine Bestimmung derselben nicht durchzuführen ist. Der Kalkstein ist von Kalkspatadern durchschwärmt.

Anstehend beim Lager 3; das Fallen  $31^\circ$  gegen N.  $30^\circ$  O.

**34. Graulich brauner, dichter Kalkstein.**

Identisch mit (33). Stammt her von »einem kleinen Felsenhügel, der aus einem sonst abgerundeten Ås von Verwitterungsmaterial herausragt«, im O. vom Fundorte für (33), 2.6 Kilom. westlich vom Lager 4. Das Fallen  $23^\circ$  gegen N.  $15^\circ$  O. »Dies Fallen scheint für diese Gegend charakteristisch zu sein.«

**35. Grauer, dichter Kalkstein.**

Identisch mit (33) und (34). Auf halbem Wege zwischen den Lagern 5 und 6. Das Fallen  $78^\circ$  gegen N.  $23^\circ$  O.

**36. Dunkelgrauer, dichter Kalkstein.**

Identisch mit (33). Anstehend 2.2 Kilom. südlich vom Lager 6 mit o.n.o. bis o. Fallen; das Gestein herrscht in dieser Gegend.

**37. Roter, verwitterter Kalkstein.**

Mit Stielgliedern von Crinoideen. Aus einem kleinen Felsenhugel, 2.3 Kilom. im N.N.O. vom Lager 6. Das Fallen = 69° gegen N. 30° O.

**38. Graugrüner, sandiger Schiefer.**

Genau dasselbe Gestein, wie es hier unten beschrieben wird unter (39). Anstehend in der Felsenecke, wo die beiden Täler zusammenstossen in der Nähe des Lagers 8 auf dem Aksai-tschin, fallend ca. 20° gegen O.N.O.

**39. Graugrüner, sandiger Schiefer.**

Das Gestein besteht aus kleinen, scharfeckigen *Quarz*körnern, deren Durchmesser eine Grösse von ungefähr 0.1 mm erreicht. Die Einschlüsse sind liquid, mit beweglicher Libelle, in Reihen geordnet oder gleichmässig zerstreut durch das ganze Korn. Dazu treten kleine eckige Splitterchen von *Plagioklas* und *Turmalin* von der ungefähren Grösse der Quarzkörner, aber viel seltener als diese, sowie etwas grössere *Muscovit*blattchen. Der Turmalin zeigt c blau oder gelblich, a farblos. Zwischen diesen relativ grösseren Elementen sieht man eine äusserst fein-struierte Masse von kleinen Quarzpartikelchen, farblosen oder bräunlichen Glimmerschuppchen und grünlichen, chloritischen Substanzen. — Durch eine Parallelanordnung der blättrigen Elemente der Gesteinsmasse nimmt diese eine schiefrige Textur an.

Die Turmalinkörner sind deutlich allothigen; ihr Dasein im Gestein beweist folglich keine pneumatolytische oder Kontaktmetamorphose desselben; ich glaube eher, dass der sandige Schiefer auf Kosten eines Turmalin-Muscovitgranites gebildet worden und also posteocän ist.

Das Gestein ist anstehend angetroffen worden unmittelbar oberhalb des Lagers 8 (Aksai-tschin); das Fallen 60° gegen N. 35° O.

**40. Rotblonder, graugefleckter Barrémien-Kalkstein.**

Nach gefälliger Bestimmung von Professor H. DOUVILLE (siehe hier unten, S. 146) enthält der Kalkstein *Orbitolina conulus* DOUV. (Taf. IX, Fig. 1, 2) und *Choffatella* n. sp. (?) und gehört folglich dem Barrémien an.

Bildet zusammen mit (41—62) die Kalksteinbänke gleich südlich des Lagers 8 (Aksai-tschin).

**41. Grauer, dichter Kalkstein.**

S. des Lagers 8.

**42. Roter, stark kalkhaltiger Sandstein.**

Das Gestein stimmt sehr nahe z. B. mit (156) überein. Betreffs der gegenseitigen Lagerung dieser Sandsteine und des in der Gegend von Aksai-tschin so häufigen Kreidekalksteins liegt folgende Bemerkung von Doctor HEDIN vor: 'Der Platz (des Lagers 8) war so angenehm, dass wir da den folgenden Tag (den 9. Sept. 1906) über blieben. Dabei machten wir eine Exkursion auf das schwach gewolbte Plateau von Sandstein und Konglomerat, das südlich der Ebene anstehend, seinen steil abfallenden Rand nach Norden wendet. — — — Es geht nach Osten; auf der Rechten sehen wir die blutrote Konglomeratlage, die, einem Schutz-

<sup>1</sup> Transhimalaya. I. Stockholm 1909 S. 141

dach ähnlich, grünen Schiefer bedeckt.» Im Tagebuch Doctor HEDIN's heisst es: »**43—62**, von der Basis des Plateaus». — Ich habe schon aus petrographischen Gründen folgern können, dass der grüne sandige Schiefer (**38**, **39**) posteocän sei; ebenso könnte das allgemeine Fallen der Formationen (**37**) und (**38**) für das Überlagern dieser über jener, d. h. das Überlagern des grünen sandigen Schiefers über dem cenomanen Kalkstein, sprechen. Auf dem Kreidekalkstein ruht zunächst ein posteocäner, grüner, sandiger Schiefer auf und auf diesem eine noch jüngerer Sandstein-Konglomeratbildung von roter Farbe.

**43—62. Rotgrauer Cenoman-Kalkstein.**

Herr Professor DOUVILLÉ, der gutigst die Bestimmung der in diesem Kalkstein zahlreich vorkommenden Rudisten-Individuen übernahm, beschreibt (hier unten, S. 147) das Fossil unter dem Namen *Praeradiolites Hedini* DOUV. (Taf. XI, Fig. 2—6) und stellt dasselbe in die Nähe des *Praeradiolites Fleuriani* aus dem Cenoman von Mans. Demnach sollte auch der Kalkstein vom Aksai-Tschin dem Cenoman und zwar dem oberen Cenoman zuzuweisen sein.

Anstehend in den unteren Teilen des Plateaurandes südlich des Lagers 8.

**63. Rotblonder graugefleckter Barrémien-Kalkstein.**

Identisch mit (**40**) und zusammen mit diesem vorkommend.

**64—68. Poröser, verwitterter Kalkstein.**

Vom Ufer des Sees in der Nähe des Lagers 8.

**65, 67. Grüngrauer, sandiger Kalkstein.**

Zusammen mit (**64**).

**66, 69. Grüngrauer, dichter Kalkstein.**

Zusammen mit (**64**).

**70. Grauweisser Opal.**

Zusammen mit (**64**).

**71. Quarzgeröll.**

Zusammen mit (**64**).

**72. Graulich grüner, schiefriger Sandstein.**

Identisch mit (**28**) etc., obwohl mit etwas grösserem Gehalt an Calciumkarbonat.

Anstehend in einem kleinen, isoliert liegenden Felsenhügel am Wege zum Lager 9. Das Fallen 69° gegen N. 30° O.

**73. Graugrüner, kalkhaltiger Sandstein.**

Unregelmässig geformte, eckige Quarzkörner von ungefähr 0.20 mm Durchmesser und mit kleinen Flüssigkeitseinschlüssen, in denen man oft eine bewegliche Libelle wahrnehmen kann, liegen in einer reichlichen Zwischenmasse eingebettet; diese zeigt eine schuppige bis faserige Textur und besteht aus äusserst feinen Quarz- und Kalkspatsplitterchen, farblosen Glimmerblättchen, Körnern und Häuten von Eisenhydroxyd etc. Ebenso sieht man in derselben einzelne Turmalinkörner, deren Randpartie wie verwischt ist und in farblosen Glimmer überzugehen scheint. — Das Gestein ähnelt in hohem Grade dem eben erwähnten (**72**), ist nur etwas heller und kalkreicher als dieses. Es ist ferner identisch mit den weiter östlich anstehenden (**74**), (**106**), (**107**) u. a. m.

Anstehend am Wege zum Lager 13, westlich davon. Das Fallen 30° gegen N. 15° O.



**74. Hell graugrüner, kalkhaltiger Sandstein.**

Identisch mit (73), nur etwas dichter und heller.

Anstehend in einer Felsenecke westlich vom Lager 14 zusammen mit (75), (76) und (77). Das Fallen 24° gegen N. 20° O.

**75. Grauer, quarzführender Kalkstein.**

Die Hauptmasse der Gesteins setzt sich aus einem feinkörnigen Calcitmehl, das ab und zu durch grössere Calcitkristalle wie verdrängt wird, zusammen. Von organischer Struktur sieht man keine Spuren. In dieser Masse liegen unregelmässig eckige Quarzkörner von 0.05 bis 0.20 mm Durchmesser. — Der Sandstein (74) scheint immer mehr CaCO<sub>3</sub>-Material aufzunehmen und dadurch in den Kalkstein (75) überzugehen.

**76 und 77. Rotblonder Kalkschiefer.**

Eine feinkörnige, schiefrige Masse von winzigsten Quarz- und Calcitplitterchen in ungefähr derselben gegenseitigen Menge. In der Masse finden sich auch kleine unregelmässig geformte Körner von Eisenhydroxyd, besonders längs den das Gestein durchziehenden feinen Spalten. Die Spalten selber sind von einer Calcitausscheidung ausgefüllt worden.

Kommt, wie schon erwähnt wurde, zusammen mit (74) und (75) vor.

**78. Graugrüner, kalkhaltiger Sandstein.**

Das Gestein ist mit (73) identisch und ist anstehend gleich östlich vom Engpass zwischen den Lagern 14 und 15 angetroffen worden. Das Fallen hier 23° gegen S. 30° W.

**79. Grauer dichter Kalkstein.**

Anstehend zusammen mit (78). Identisch mit (593) (80).

**80 und 81. Dunkelgrauer, harter, schwach fettglänzender Schiefer.**

Das Gestein ist ein harter, dichter, kalkhaltiger Schiefer, nicht eben- und dünnplattig, sondern in unregelmässig polyëdrische Stücke zerfallend. Es scheint mit (127), (137), (409), um einige Beispiele zu erwähnen, identisch zu sein.

Anstehend im Westteile des nördlichen Ufers des Lake Lighten.

**82. Rotbraunes Konglomerat.**

Das Gestein besteht aus abgerollten Fragmenten, von bis zu 1.5 cm Durchmesser, aus grauem Quarzit oder Sandstein in einer sandig-kalkigen Zwischenmasse eingebettet. Die Bildung gehört der hier oben (S. 19) erwähnten posteocänen Formation an.

Anstehend westlich des Lagers 18. Das Fallen beträgt 47° gegen N. 40° W.

**83. Schwarzer, dichter Basalt.**

In einer bräunlich grauen Grundmasse liegen Einsprenglinge von *Augit* (oft in Verwachsung mit Hornblende), *Hornblende*, *Olivin*, *Plagioklas* und *Erzkörnern*.

Die *Grundmasse* wirkt nicht merkbar auf das polarisierte Licht ein, oder sie zeigt eine äusserst schwache Aggregatpolarisation. Der *Augit* ist farblos oder mit schwach braunem Tone, von der Form regelmässig begrenzter, kurzer Säulen. Die *Hornblende* braun, basaltisch, dünne Säulen begrenzt durch Prisma und Pinakoid; a = gelb. b = braun. Der *Olivin*, von normalem Aussehen, ist nicht gerade selten. Der *Plagioklas* zeigt polysynthetische Zwillingslamellierung nach dem Albitgesetz: gemessenes Maximum der zur Zwillingssebene symmetrischen Aus

loschungsschiefe =  $18^\circ$ , folglich liegt ein Andesin von der ungefähren Zusammensetzung  $\text{Ab}^7\text{An}^4$  vor. Dieser Plagioklasbasalt kann also als ein Hornblende-Olivin-Basalt mit Vitrophyrstruktur bezeichnet werden.

Anstehend gleich westlich vom Jeschil-köl.

Am nördlichen Ufer desselben Sees fand E. ZUGMAYER<sup>1</sup> einen Komplex von periodischen heißen Quellen mit  $\text{H}_2\text{S}$ -haltigem Wasser.

**84. Rötlich grauer Sandstein.**

Anstehend am Lager 19, in einem zum See Jeschil-köl führenden Tal. Das Fallen  $76^\circ$  gegen O.

**85. 86 und 87. Dunkelgrauer, feinkörniger bis dichter Kalkstein.**

Bestehend aus einem feinen Calcitmehl mit eingemischten seltenen Quarzsplitterchen; identisch mit (33), (93).

Anstehend am Lager 21. Das Fallen  $25$  bis  $30^\circ$  gegen S.O.

**88. Grauer, feinkörniger, quarzitischer Sandstein.**

Anstehend westlich vom Lagerplatz 22, in einem kleinen Hügel am Talsee; undeutliche Lage.

**89. Grauer, dichter Kalkstein.**

Identisch mit (79), (593) etc.

Am Wege zum Lager 22, westlich davon.

**90. Grauer, oolithischer Kalkstein.**

Identisch mit dem hier unten beschriebenen (102), steht dieser Kalkstein zusammen mit (89) an. Das Fallen  $38^\circ$  gegen S.  $44^\circ$  O.

**91. Grauer, dichter, unreiner Kalkstein.**

Am Lager 22. Das Fallen  $11^\circ$  gegen S.

**92. Hellroter, faseriger, loser Gips.**

Am Lager 22.

**93. Dunkelgrauer, dichter Kalkstein.**

Eine feine Kalkschlamm-Masse mit eingemischten kleinen, eckigen Quarzsplitterchen von ungefähr 0.04 mm Durchmesser.

Fest anstehend im O. von (92), am Wege zum Lager 23. Das Fallen  $35^\circ$  gegen S.  $10^\circ$  O.

**94. Grauer, oolithischer Kalkstein.**

Stimmt mit (90) und (102) nahe überein. Kommt etwas östlich von (93) vor. Das Fallen  $45^\circ$  gegen S.O.

<sup>1</sup> Bericht über eine Reise in Westtibet, Peterm. Mittheil., 1909. Bd. 55, S. 148.

Weiter gegen O. tritt derselbe Kalkstein in niedrigen Schwellen oder Hugelzugen hervor, die alle N.O.—S.W. streichen und der Landschaft ein charakteristisches Gepräge aufdrücken. Nur an der höchsten Kuppe der Hügel tritt indessen der Kalkstein als fest anstehender Felsen aus, sonst bloss als loser Verwitterungsschutt.

**95 und 96. Dunkelgrauer, dichter Kalkstein.**

Identisch mit (87), (93) etc.

Anstehend westlich vom Lager 24, in einer Felsenecke am See Pul-tso. Das Fallen 35° gegen S. 30° O.

**97 und 98. Blauschwarzer, schieferiger Kalkstein.**

Ohne Angabe des Fundortes oder des Vorkommens.

**99. Dunkel rotbrauner, feinkörniger Sandstein.**

Das Gestein setzt sich aus eckigen oder schlecht abgerundeten Quarzkörnern von 0.1—0.4 mm Durchmesser zusammen, sowie aus truben, verwitterten Feldspatkörnern von derselben Grösse wie die Quarze, abgerundeten Fragmenten einer feinstruierten Gesteinsmasse, der Grundmasse der Granitporphyre und Quarzdioritporphyrite des Transhimalaya sehr ähnlich, dazu treten einzelne Schüppchen farblosen Glimmers. Die rote Farbe des Gesteins wird von feinkörnigen Eisenoxyd, das als schmale Näte die Quarzkörner umzieht, hervorgerufen. Das Cement besteht ausserdem aus feinkörnigen, sekundär ausgeschiedenen Quarzaggregaten oder grösseren einheitlichen Quarzpartien. — Das Gestein ist ganz sicher posteruptiv, gebildet auf Kosten der eocänen Eruptivformation Westtibets.

Anstehend in der Nähe des Engpasses, südlich vom Lager 25 am Nordende des See Pul-tso.

**100. Rotbrauner, feinkörniger Sandstein.**

Dasselbe Gestein wie (99), anstehend östlich von diesem. Das Fallen 50° gegen S.O.

**101. Grauer (verwittert roter) Kalkstein.**

Anstehend gleich östlich von (100). Das Fallen 50° gegen S.O.

**102. Grauer, oolithischer Kalkstein.**

Die Oolithe sind Sphaeroide oder Ellipsoide von 0.75—1 mm Durchmesser, erbaut aus konzentrischen Schalen mit radial strahliger Textur. Im Zentrum des Ooliths erscheint oft ein unregelmässiges Quarzsplitterchen von bis zu 0.2 mm Durchmesser. Zwischen den Oolithen und dieselben zusammenkittend erstrecken sich grössere einheitliche Kalkspatindividuen oder Zusammenballungen solcher.

Angaben über Fundort etc. fehlen.

**103. Grauer Kalkstein.**

Identisch mit (101). Ohne Angabe des Fundortes.

**104. Grauweisser, dichter Kalkstein.**

Identisch mit dem vorigen. Anstehend im S.W. vom Lager 29. Das Fallen 47° gegen S. 5° O.

**105.** Graulich weisser, dichter **Kalkstein** mit Opalkonkretionen.  
Durch Wasser abgenutzter Block ohne angegebenen Fundort.

**106.** Graugrüner, kalkhaltiger **Sandstein**.  
Identisch mit (107) und (108), (73), (78) etc.

Das Gestein tritt in kleinen Schwellen von 1—2 dm Höhe auf, schwarzen Streifen ähnlich, alles stark verwittert; erstreckt sich auch noch ein gut Stück Weges ostwärts. Der Fundort der Stufe liegt etwas östlich vom Lager 33. Das Fallen 42° gegen S. 28° O.

**107 und 108.** Dunkel graugrüner, kalkhaltiger **Sandstein**.

In einer filzig faserigen Masse von *Glimmer*, *Chlorit*, *Calcit*, *Quarz* und *opaken Körnern* liegen eckige, unregelmässig geformte *Quarz*- und seltene *Feldspatsplitterchen* von 0.15 bis 0.20 mm Durchmesser sowie regelmässig begrenzte Kalkspatrhomboëdern. Das Gestein ist etwas dunkler gefärbt als (106), sonst ganz mit diesem übereinstimmend.

Anstehend in einer kleinen Felsenwand der Talfurche westlich vom Lager 34 mit nördlichem Fallen unter 65°.

**109.** Rotblonder **Kalkschiefer**.

Identisch mit (76), (77).

Anstehend ungefähr halbwegs zwischen den Lagern 34 und 35. Das Fallen 71° gegen S. 14° O. — Die kleinen, oben unter (106) erwähnten Schwellen streichen hier, westlich vom Lager 35, N. 30° O.—S. 30° W.

**110.** Dunkel graugrüner, kalkhaltiger **Sandstein**.

Stimmt mit (107) und (108) petrographisch sehr nahe überein.

Anstehend in der einen Talseite am Wege zwischen den Lagern 35 und 36. Das Fallen 62 gegen N. 14° O.

**111.** Loser Block von gelbem **Feuerstein**.

Westlich vom Lager 36.

(112. Fehlt in der Sammlung.)

**113.** Weissgelbe **Kalksteinbreccie**.

Eckige Fragmente von Kalkstein, die durch sekundären Quarz zusammengekittet worden sind. Lose Blöcke auf dem Engpasse zwischen den Lagern 35 und 36.

**114.** Hellroter, kalkhaltiger **Sandstein**.

In einer ausserst feinstruierten Zwischenmasse von winzigen Quarzsplittern und Glimmerschuppen, imprägniert durch Calcit und Eisenhydroxyd, liegen eckige Quarzkörner von 0.05 bis 0.11 mm Durchmesser, seltene Feldspat- und Turmalinfragmente, von derselben Form und Grösse wie die Quarzfragmente, und scheibenförmige Partien eines feinstruierten Tonschiefers, sowie endlich helle Kalkspatrhomboëder mit dunklem Rand. — Das Gestein ist identisch mit (107), (108) etc., nur etwas feinkörniger und eisenreicher als dieses. Es ist aller Wahrscheinlichkeit nach auf Kosten eines turmalinführenden Granites gebildet und, da alle aus der Gegend bekannten Granite als eocän angesehen werden, selber posteocän.

Anstehend westlich von HEDIN's Lager 36. Das Fallen 73° gegen N. 40° O.

**115 und 116. Grauer, dichter Kalkstein.**

Eine feinkörnige, pflasterstruierte Gesteinsmasse, zusammengesetzt aus kleinen Kalkspatindividuen von ungefähr 0.02—0.05 mm Durchmesser, sowie aus grösseren Kalkspatkristallen, deren Durchmesser bis zu 2 mm steigen kann.

Anstehend in einem abwärts fallenden Tal zwischen zwei kleinen Kuppen im N.W. vom Lager 36. Die Grösse und Richtung des Fallens könnte nicht mit voller Sicherheit abgelesen werden.

**117. Quarzsand mit Cement von Kalkspat.**

Scheint mir eine ganz rezente Bildung zu repräsentieren, einen kleinen Hügel, etwas ostwärts von (115) und (116) bildend.

**118. Gips in grossen, klaren Tafeln.**

Auf der Nordseite eines kleinen Hügelzuges, in der Nähe des Lagers 36.

**119. Grauer Kalkstein.**

Ähnelt in höchstem Grade dem Kalkstein (102).

Anstehend n.w. vom Lager 37; das Fallen 70° gegen S. 35° W.

Im S.O. vom diesem Fundorte steht dasselbe Gestein an in einer nur einige Meter breiten Talfurche, hier in den Talseiten fast vertikal stehende, kulissenähnliche Scheiben von bloss 1 dm bis 1 m Dicke bildend, mit der Richtung W. 5° S.—O. 5° N. Weiter nach vorn beträgt das Fallen 40° gegen N.

**120. Kalkspat in grossen Kristallen.**

Bildet einen ein paar Meter breiten, quer über das Tal gehenden Gang am Wege nach dem Lager 37, nordwestlich davon.

(121. Fehlt in der Sammlung.)

**122, 123, 124, 125. Dunkelgrauer, dichter Kalkstein.**

Petrographisch vollkommen identisch mit z. B. (33), (36), (93).

Anstehend zwischen den Lagerplätzen 37 und 38. Das Fallen 63° gegen N. 40° O.

**126. Roter, feinkörniger Kalkstein.**

Das äusserst feinstruierte Kalkspatmehl ist mit Eisenhydroxyd in unregelmässigen Flecken und besonders längs Spalten. imprägniert. Identisch mit (122) etc. und zusammen mit diesem vorkommend.

**127. Bläulich schwarzer, kalkreicher Schiefer.**

Identisch mit (81) und (137).

Anstehend s.o. von den soeben erwähnten Kalksteinen am Wege zwischen den Lagerplätzen 37 und 38. Das Fallen 53° gegen N. 32° O.

**128, 129 und 130. Kalksteinbreccie.**

Unregelmässig geformte, eckige Fragmente von (123), (126) etc., durch sekundäre Kalkspatausscheidung cementiert. Ab und zu spürt man eine Tendenz zur oolithischen Struktur.

Anstehend in einem abwärts abfallenden Tal zwischen den Lagerplätzen 39 und 40. Das Fallen 54° gegen N. 45° W.

**131. Gelber Feuerstein.**

Knolle mit gelber Verwitterungskruste. Das Gestein ist petrographisch fast identisch mit (111). Am Wege westlich vom Lagerplatz 40.

**132, 133, 134. Kalksteinbreccie.**

Identisch mit (128) etc. und bestehend aus eckigen Fragmenten eines grauen, dichten Kalksteins, zusammengekittet durch Kalkspat, welcher zuweilen grössere Nester oder Drusen von hellroter Farbe bildet.

Anstehend am Wege zwischen den Lagern 40 und 41, sowie auch am Lager 41. Das Fallen gegen S. oder S. 5° O.; dessen Grösse in W. = 33–40° in O., beim Lager 41 = 72°.

(135 und 136. Fehlen in der Sammlung.)

**137. Dunkel bläulich grauer, kalkreicher Schiefer.**

Eine ausserst feinstruierte, schiefrige Masse von kleinen *Quarz*- und *Plagioklaskörnern*, deren Durchmesser zwischen 0.01 und 0.02 mm wechselt, feinen *Glimmernädelchen*, opaken Körnern und Zusammenballungen einer kohligen Substanz, winzigen Kalkspaten und chloritischen Partien. Die schwarzen, staubähnlichen Einmengungen, die dem Gesteine seine dunkle Farbe verleihen und dessen dunklen Strich verursachen, verbrennen in der Bunsen- und Gebläseflamme, wobei der Schiefer gelbgrau wird und in den Kanten zu einem grauen Email schmilzt.

Identisch mit (127). Anstehend am Lagerplatz 43.

**138. Grünlich grauer Sandstein.**

Die Hauptmasse des Gesteins besteht aus (in auffallendem Licht) bläulichen *Quarzkörnern*, deren Durchmesser zwischen 0.1 und 1 mm wechseln. Die kleineren scharfeckig, die grösseren deutlich abgerollt. Ihre Auslöschung ist undulös, oder sie zeigen sogar deutlich ausgeprägte Druckwillinge. Die Einschlüsse, in das Korn durchziehende Reihen oder Bänder geordnet, zeigen zuweilen bewegliche Libelle; in einigen Körnern sieht man feine *Rutilnädelchen*, geordnet wie sonst in Granitquarzen üblich ist. Zwischen den Quarzkörnern sieht man kleine abgenutzte *Feldspat*-, *Zirkon*- und *Turmalin*-Fragmente, diese letzteren sind sehr selten, sowie opake *Ers*-körner und *Muscovit*blättchen. Diese Elemente werden von *Kalkspat*-Ausscheidungen in der Form grosserer oder kleinerer Kristalle fest verkittet. — Das Gestein, gebildet auf Kosten eines turmalinführenden Granites, ist identisch mit (73), (78) etc.

Anstehend in kleinen Hügeln auf dem Boden der tief eingeschnittenen Talfurche etwas westlich vom Lagerplatz 44. Das Fallen 63° gegen N. 30° W.

**139. Grünlich grauer, quarzitischer Sandstein.**

Die *Quarzkörner* ähneln vollständig denjenigen; in (138) enthaltenen; die Zwischenmasse aber ist in eine feinstruierte, quarzitische Masse mit gestreckter Textur umkristallisiert, die sich um die grosseren Quarzkörner herumschmiegt. Die Schieferigkeit verstärkt sich durch eine Einlagerung schmaler *Glimmer*- und *Kalkspat*streifen, parallel der allgemeinen Streckung der quarzitischen Masse und wird noch deutlicher durch die Ausscheidung staubartiger *Erzkörner* längs dieser Glimmerstreifen hervorgehoben. Die feinen Falten und Kräuselungen der Schieferungsflächen deuten an, dass die Umwandlung des ursprünglichen Sandsteins als das Resultat eines Pressungs- resp. Faltungsprozesses angesehen werden muss, ebenso wie die noch vorhandenen Sandsteinrelikte angeben, dass das Gestein, aus dem durch Dynamometamorphose der Quarzit sich bildete, ein Sandstein von dem unter (138) beschriebenen Typus war.

Anstehend etwas östlich vom Lager 44. Das Fallen 32° gegen S. 60° W.

**140. Grüne, schieferige Verwitterungsmasse.**

Die Spuren der Mineralzusammensetzung und Struktur des primären Gesteins ist durch die Verwitterung so vollständig vertilgt worden, dass dasselbe nicht festzustellen war. Südwestlich vom Lager 45.

**141. Dunkler, harter Schiefer.**

Identisch mit (81), (127) etc. Aus dicken Schichten mit unebenen Absonderungsflächen. Anstehend südwestlich vom Lager 45; das Fallen 42° gegen N.

**142. Grüne, schiefrige Verwitterungsmasse.**

Ein feinstruiertes, hornsteinähnliches Quarzaggregat mit reichlichen Kalkspatstreifen und linsenförmigen, chloritischen Partien mit faseriger Textur und unternormalen Polarisationsfarben. Wahrscheinlich identisch mit (140); auch hier ist der ursprüngliche Gesteintypus unmöglich mit genügender Sicherheit zu bestimmen. Man könnte sich indessen ganz gut denken, dass (142) ebenso wie (140), von der Umwandlung eines Augit-Hornblende-Dioritporphyrites (143) stammt. Für diese Annahme sprechen unter andern die diesen Gesteinen gemeinsamen, identischen Chloritsubstanzen, sowie ihr Vorkommen in der unmittelbaren Nähe von einander.

Anstehend östlich des Engpasses (5,386 m u. d. M.), nordwestlich vom Lagerplatz 46.

**143. Augit-Hornblende-Dioritporphyrit.**

Das Gestein setzt sich aus einer feinkristallinischen Grundmasse, die zuweilen eine Tendenz zur sphärolitischen Struktur zeigt, und in dieser eingebettet liegenden Einsprenglingen von *Hornblende*, *Augit* und *Plagioklas* zusammen. Das Gestein zeigt sich stark verwittert.

Die Grundmasse ist feinkristallinisch, bestehend aus kleinen *Plagioklas*-leisten mit kleiner Auslöschungsschiefe zur Zwillings-ebene nach dem Albitgesetz und saurer als die hier unten erwähnten *Plagioklas*-Einsprenglinge, sowie aus feinen, farblosen oder schwach grünlichen *Augit*-nadelchen. Auf den Spalten in der Grundmasse tritt Kalkspat auf.

Die Einsprenglinge: Die *Hornblende* bildet regelmässige, von Prisma und Pinakoid begrenzte säulen- bis stengelförmige Individuen. Der Pleochroismus ist deutlich; *a* = hell braun-gelb, *b* und *c* = dunkelbraun. Oft tritt die *Hornblende* in paralleler Verwachsung mit dem *Augit* auf, in diesen eindringend und denselben ersetzend. — Der *Augit*, von schwach violetter Farbe ohne merkbaren Pleochroismus, bildet regelmässig begrenzte, säulenförmige Individuen von bis zu 3½ mm Länge. Oft ist er in filzig faserige, farblose oder hellgrüne Massen mit unternormalen Polarisationsfarben, *chloritische Substanzen*, und *Calcit* umgewandelt. — Der *Plagioklas*, stark zurücktretend an Menge, ist leisten- oder tafelförmig und besteht aus Zwilling-lamellen nach dem Albit- und Periklingesetz. Gemessenes Maximum der zur Albitzwillings-ebene symmetrischen Auslöschungsschiefe = 14°; es liegt folglich ein basischer Oligoklas von der Zusammensetzung  $Ab^7An^3$  vor.

Anstehend zusammen mit (142) nordwestlich des Lagerplatzes 46.

**144. Dunkelgrauer, schiefriger, klastophyrischer Quarzit.**

Das Gestein scheint mit (165) etc. identisch zu sein.

Vorherrschend im Tal zwischen den Lagern 46 und 47. Das Fallen undeutlich. Auch die Kiesmassen des Flussbettes bestehen zum allergrössten Teil aus demselben Quarzit.

**145. Rotblonder, quarzitischer Sandstein.**

Das Gestein besteht aus kleineren, eckigen und grosseren, abgerundeten Quarzkörnern von 0.5—1 mm Durchmesser; ihre Auslöschung ist oft undulos. Zwischen diesen Quarzkörnern, dieselben verkittend, sieht man eine feinkristallinische Masse von Quarz und farblosem Glimmer. Beide genannten Mineralspecies sind als langgestreckte Individuen ausgebildet, die sich radialstrahlig um die grösseren Quarzkörner gelegt haben. In einer Richtung sind diese sekundären Mineralien gestreckter als in den anderen, dadurch eine Art Schieferigkeit hervorruhend. Offenbar handelt es sich hier um einen früheren klastischen Sandstein, der sich nachher in einen quarzitischen Sandstein mit Sandsteinrelikten in der Form grösserer Quarzkörner umwandelte.

Lose Blöcke am Lagerplatz 48.

**146. Dunkelgrüner Chlorit-Glaukophan-Albit-Schiefer (Tafel IV, Fig. 3).**

Die Hauptmasse des Gesteins besteht aus stengelförmigen, in radialstrahlige Bündel zusammengebundenen Individuen, die den charakteristischen Pleochroismus des *Glaukophans* zeigen: a = farblos bis gelbgrün, b = violett, c = azurblau; c = c. Dazu treten kurz säulenförmige, farblose *Augite*, unregelmässige Zusammenballungen von *Titanit*, Häute von *Eisenhydroxyd*, *chloritische Substanzen* etc. In den Lücken sieht man zuweilen ein farbloses Mineral, poikiloblastisch von Glaukophanstengeln durchbohrt. In einigen Fällen zeigte sich das fragliche Mineral aus Zwillinglamellen nach dem Albitgesetz gebildet und ist folglich als *Plagioklas* anzusehen; in einzelnen anderen Fällen scheint mir das Mineral am ehesten als *Quarz* zu deuten zu sein. Die Zwillinge eines jeden Individuums sind immer nur eine Minderzahl, oft nur zwei.

Die Struktur ist deutlich kristalloblastisch. Die Textur zeigt eine gut ausgeprägte Schieferigkeit, die durch eine unter sich ziemlich parallele Anordnung der stengeligen Mineralindividuen hervorgerufen wurde. Identisch mit diesem Gestein ist das unter (147) beschriebene.

Anstehend längs dem Wege zwischen den Lagern 49 und 50, abwechselnd mit heller nuancierten Varietäten. Das Fallen 48° gegen W. 35° S.

**147. Feinkorniger, grünlcher Chlorit-Glaukophan-Albit-Schiefer (Tafel IV, Fig. 4).**

Das Gestein stimmt in allem Wesentlichen mit (146) vollkommen überein. Erwähnenswert ist, dass man hier den allmählichen Übergang des Augites in Glaukophan verfolgen kann. Zuweilen sieht man im Augite eine schwache Andeutung der blauen resp. violetten Farbe des Glaukophans, in anderen Fällen bildet sich ein Teil des Individuums aus normalem Augit, während ein anderer Teil desselben Individuums in Glaukophan umgewandelt worden ist. — Der Glaukophanschiefer ist offenbar durch Metamorphose eines Augitgesteines entstanden. In erster Linie muss man an den hier oben beschriebenen Augit-Hornblende-Dioritporphyrerit oder an ein ähnliches Gestein als Primärgestein des Glaukophanschiefers denken.

Anstehend längs dem Wege zwischen den Lagern 50 und 51. Das Fallen wird hier zu 10° gegen N. 38° W. angegeben.

(148 und 149. Fehlen in der Sammlung.)

**150 und 151. Rotbraune Kalksteinbreccie.**

Scharfeckige Fragmente eines hellgrauen Kalksteines, von Kalkspat cementiert.

Anstehend zwischen den Lagerplätzen 51 und 52, »in der Gebirgskette südlich des Engpasses, wo das Gestein sowohl an den Gehängen als an der Kuppe des Gebirgskammes in der Form kleiner Hügel hervortritt.



**152 und 153. Gips.**

Dünne, farblose Tafeln, am Wege zwischen den Lagern 52 und 53. »am ersten kleineren Hügel des Tagemarsches«.

**154. Dunkler, harter, stark kalkhaltiger Schiefer oder toniger Kalkstein.**

Von demselben Fundorte wie (152) und (153). Das Fallen 53° gegen S. 30° O.

**155. Rotes Konglomerat.**

Das Gestein setzt sich aus abgerundeten Blöcken von Sandstein und Quarz zusammen. Anstehend nördlich vom Lager 53.

**156. Roter, feinkörniger, kalkhaltiger Sandstein.**

Das Gestein ist petrographisch vollkommen identisch mit dem als (42) hier oben erwähnten roten Sandstein, der am Lager 8, auf dem Aksai-tschin, dem cenomanen Kreidekalkstein aufrucht.

Anstehend nordwestlich vom Lager 55, westlich vom Laschung-tso, in Wechsellagerung mit ziegelrotem Konglomerat und Einlagerungen von Steinsalz umschliessend. Das Fallen 13° gegen N. 40° O.

Südlich von diesem Fundorte ist fest anstehender Felsen erst auf der anderen Seite (= südlich) des Lagerplatzes 55 anzutreffen.

**157. Grauer, schieferiger, klastophyrischer Quarzit.**

Lose Blöcke zwischen den Lagerplätzen 55 und 56. Cfr (165).

**158. Milchweisser Quarz.**

Einlagerung in graugrünem Schiefergestein, entblösst in der tief eingeschnittenen Talfurche nördlich des Lagers 56.

**159. Grauer Kalkstein mit Kalkspatadern.**

Unreiner, etwas toniger Kalkstein mit einander durchquerenden, weissen Kalkspatadern in einem kleinen Hügel, nordwestlich vom Lager 57. Das Fallen 14° gegen N. 40° W.

**160 und 161. Roter (verwitterter) Kalkstein.**

Zusammen mit und etwas weiter nach S. von (159). Das Fallen 15° (ungefähr) gegen S. 50° O.

(162. Artefakt.)

**163. Grüner Albitamphibolit.**

Das Gestein setzt sich aus *Hornblende*, *Albit*, *Epidot* und *Erzkörnern* zusammen. Die Hauptmasse bildet eine grüne stengelige *Hornblende* in langen nadelförmigen Prismen ohne Endflächen; der Pleochroismus ist sehr schwach, zwischen verschiedenen Nuancen von Blassgrün spielend. Die Hornblendenadeln sind nach derselben Richtung angeordnet, eine gut ausgeprägte, schieferige Textur hervorrufend, indem sie sich um die ganz klaren *Plagioklase* herum schmiegen. Diese bestehen gewöhnlich aus zwei Zwillingen nach dem Albitgesetz. Gemessenes Maximum der nach *M* (010) symmetrischen Auslöschungsschiefe dieser Zwillingslamelle ist 14°, weshalb ein fast reiner *Albit* vorliegen sollte. Die Albite sind gewöhnlich von Hornblende-

nadeln durchstoßen, wodurch eine charakteristisch poikiloblastische Struktur hervorgerufen wird. In der Nähe der Albite oder in denselben sieht man grüne bis farblose *Epidote*. Parallel den Hornblendenädelchen liegen schmale, unregelmässige Streifen opaker *Erz*partikeln, deren Randpartien in weissen »Leukoxen« umgewandelt worden sind. Man sieht im Gestein keine Spuren kataklastischer Phänomene; dasselbe ist vollständig in eine kristalloblastische Masse umkristallisiert mit schieferiger, gestreckter Textur, ohne dass man, im mir zur Verfügung stehenden Material, Spuren der ursprünglichen Zusammensetzung und Struktur entdecken kann. Nach dem, was mir ähnliche Amphibolite vom Transhimalaya gezeigt haben, dürfte indessen das primäre Gestein auch dieses Amphibolites ein Diorit gewesen sein.

Anstehend in den Hügeln um den Lagerplatz Nr. 59, Gomo-selung ( $33^{\circ}45'$  n. Br.,  $85^{\circ}15'$  ö. L.), in den beiden Seiten des Tales, sowie in den kleinen Hügeln eine gute Strecke Weges nach dem Lager 60 hin.

**164. Hellgrauer, quarzitischer Sandstein.**

Anstehend in den Somoma-saktscho-Gebirgen, südlich von Gomo. Das Fallen  $43^{\circ}$  gegen W.

**165. Grauer, schieferiger, klastophyrischer Quarzit.**

In der quarzitischen Masse sieht man grössere, oft linsenförmige Quarzkörner, die deutliche Spuren einer kataklastischen Einwirkung aufweisen, undulose Auslöschung, Druckzwillinge, Aufberstung der Körner in verschieden orientierte Partien, Mörtelkränze. Die Längsachsen der linsenförmiger Körner zeigen eine gegenseitig parallele Orientierung. Zwischen den ausgewalzten Quarzlinsen liegt eine feinstruierte Quarzitmasse, deren längliche Individuen unter sich und zu den Quarzlinsen parallel angeordnet sind. eine Art Kristallisationsschieferigkeit hervorruhend, die noch durch eine parallel orientierte Einmischung von Glimmer- und Chloritblättchen sowie opaken Kornern verstärkt wird. In einigen Partien der Gesteinsmasse sieht man ziemlich reichlich kleine Kalkspatindividuen, ebenso ab und zu einen Turmalin-Kristall, farblos resp. gelblich oder blau; zuweilen zeigen sich die Turmaline zerquetscht und wieder durch Quarz geheilt. Die Mineralkombination Glimmer, Chlorit, Turmalin, sowie die deutlichen Spuren einer Pressung geben an, dass die Metamorphose, durch welche der ursprüngliche etwas tonige und kalkhaltige Sandstein in einen lepidoblastischen Quarzit mit noch nachweisbarer blastopsammitischer Reliktstruktur umgewandelt wurde, eine Piézokontaktmetamorphose (WEINSCHENK) genannt werden kann. Der ursprüngliche Sandstein ist somit älter als die Faltungs-Eruptionsperiode, d. h. präecän.

Anstehend an der Nordseite der Seoyinna-Gebirge zwischen den Lagerplätzen 61 und 62. Das Fallen  $33^{\circ}$  gegen S.  $30^{\circ}$  O.

**166. Schmutziggraue, chloritische Masse.**

Die Probe ist infolge der starken Verwitterung derselben unmöglich näher zu bestimmen. Scheint indessen von einem Gabbro oder Diabase zu stammen.

Anstehend in den Seoyinna-Gebirgen, nördlich des Lagers 63.

(167. Fehlt in der Sammlung.)

**168 und 169. Rötlich grauer, mittelkörniger Zweiglimmergranit (Taf. I, Fig. 1 und 2).**

Das Gestein besteht aus *Quarz*, *Mikroklin*, *Plagioklas*, *Muscovit* und *Biotit* sowie Kleinmineralien. — Der *Quarz* bildet grosse zerquetschte Individuen mit unduloser Auslöschung, oft in der Form eines grösseren, gepressten Reliktes, von einem Mörtelkranz umgeben. Die

Flüssigkeitseinschlüsse zeigen oft eine bewegliche Libelle und sind, wie in den Granitquarzen üblich ist, in das Korn durchquerende Reihen geordnet. Es kommt weiter oft vor, dass der Quarz feine, sich unter  $60^\circ$  kreuzende Rutilnadelchen oder kleine, regelmässig begrenzte Biotitblättchen hegt. — Der grösste Teil des Feldspates ist ein *mikroklinstrukturierter Kalifeldspat*, oft mit mikropertithitischen Albitinlagerungen, in sonst gewöhnlicher Weise orientiert und mit der zu *M* (010) symmetrischen Auslöschungsschiefe =  $12^\circ$ , folglich ungefähr  $Ab^{95}An^5$ . — Der *Plagioklas* tritt gegen den Mikroklin stark zurück. Er ist zwillingslamelliert nach dem Albitgesetz. Die zur Zwillingssebene symmetrische Auslöschungsschiefe ist sehr klein, einen *sauren Oligoklas*,  $Ab^5An$  oder  $Ab^4An^1$ , angehend. Zuweilen zeigt der Plagioklas zonaren Bau, die Randpartien etwas saurer als die zentralen. — Wurmformige Quarzstengel verwachsen oft mit einheitlichem Feldspat zu myrmekitischen, unregelmässig geformten Partien, die in die Randpartien des Mikroklin eingesenkt sind oder zwischen den übrigen Gesteinselementen liegen. — Der *Muscovit* zeigt  $2E = 78^\circ$ . Der Achsenwinkel des *Biotites* ist sehr klein; der Pleochroismus kräftig:  $a$  = hellgelb,  $b$  und  $c$  = braun.

Die Struktur zeigt deutliche Spuren einer Kataklaste ohne bedeutende chemische Umgestaltungen, Umkristallisation etc. Der Quarz undulös, der Kalifeldspat mit Mikroklinstruktur, an Relikten von beiden Mörtelkränze. Die schlecht ausgeprägte schieferige Textur kann folglich als Kataklastische Schieferung bezeichnet werden.

Die chemische Analyse, ausgeführt im chemischen Laboratorium zu Alnarp von Doktor S. T. TYDÉN, ergab folgende Resultate:

SiO <sub>2</sub> . . . . .	72.01 %
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0.29 »
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	12.20 „
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1.72 »
MnO . . . . .	0.40 »
MgO . . . . .	3.08 »
CaO . . . . .	2.64 »
Na <sub>2</sub> O . . . . .	1.30 »
K <sub>2</sub> O . . . . .	4.60 »
H <sub>2</sub> O . . . . .	1.56 »
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0.51 »
Summe	100.31 %

Nach Reduktion und Umrechnung (nach OSANN) erhalten wir:

	Gewichts- prozent.	Molekular- proportionen.	Molekular- prozent.
SiO <sub>2</sub> . . . . .	74.35 %	123.0	78.7 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	12.52 »	12.3	7.8 „
FeO . . . . .	1.21 »	1.7	1.1 »
CaO . . . . .	2.71 »	4.8	3.1 „
MgO . . . . .	3.16 »	7.8	4.9 »
K <sub>2</sub> O . . . . .	4.72 »	5.0	3.1 »
Na <sub>2</sub> O . . . . .	1.33 „	2.1	1.3 »
Summe	100.00 %	156.7	100.0 %

Gruppenwerte	Projektionswerte
$s = 78.8$	
$A = 4.4$	$a = 6.5$
$C = 3.1$	$c = 4.5$
$F = 6.0$	$f = 9.0$ ;
$M = 0.0$	demnach $f > a > c$ .
$T = 0.3$	
$k = 2.04$	
$n = 2.96$	

Der fragliche Granit ist also ein Alkalikalkgranit, in gewissen Beziehungen z. B. dem Alkalikalkgranit, Rapakivi, aus Dagö sehr nahe stehend. Erwähnenswert ist, dass der Na-Gehalt des Granites aus Tibet im Verhältnis zum K-Gehalt sehr gering ist ( $n = 2.96$ ).

Anstehend im Engpasse Tschaktschom-la, 5,433 m u. d. M., nördlich vom Lager 64, sowie als lose Blöcke am Lager 66.

**170. Dunkler Grünstein.**

N. des Passes n.w. vom Lage 67.

**171. Weissler, gestreifter, feldspatreicher Quarzit.**

Das Gestein besteht aus grösseren und kleineren Quarzkörnern, die mit verzahntem Rand in einander greifen, und trüben Feldspaten sowie einzelnen Muscovitblättchen.

Loses Stück auf dem Passe n.w. des Lagers 67.

**172. Rötlich grauer Quarzit.**

Granoblastische Masse von kleinen, durchschnittlich kaum mehr als 0.02 mm grossen, unregelmässig verzahnten Quarzkörnern und zwischen diesen liegenden, im allgemeinen gut ausgebildeten kleinen Kalkspatrhomboëdern. Das Gestein ähnelt sehr dem hier oben unter (165) beschriebenen und ist wahrscheinlich auch geologisch zu diesem zu stellen, ist aber viel stärker gequetscht, so dass die klastophyrische Psammitstruktur fast ganz vertilgt worden ist.

Anstehend gleich südöstlich des Passes zwischen den Lagern 66 und 67.

**173. Grauer, dichter Kalkstein.**

Gequetscht und wieder durch Kalkspatadern verkittet.

Anstehend in einem kleinen Hügel, nördlich des Lagers 68.

**174. Grauer, dichter Kalkstein.**

Identisch mit (173).

Anstehend am Lager 68. Das Fallen 65° gegen N. 35° W.

**175 und 176. Grauer, dichter Kalkstein.**

Eckige Fragmente durch Kalkspatadern verkittet: identisch mit (173).

Anstehend zwischen den Lagern 70 und 71. westlich des Sees Rinak-tschutsen, fast im Kreuzungspunkte von 86° ö. L. und 33° n. Br.

**177. Gelbweisser Kalksinter.**

Anstehend am Lager 71. am Sudende des Sees Rinak-tschutsen, »Die warme Quelle der schwarzen Gebirge«. — Um den See herum sieht man deutliche Terrassen mit Gipsausscheidungen.

**178. Grauer, dichter Kalkstein.**

Identisch mit (173) etc.

Anstehend in der Nähe des Lagers 72 mit senkrechtem Fallen, streichend S. 12° W.—N. 12° O.

Die steile Lage scheint in dieser Gegend vorzuherrschen, nach allen diesen senkrechten Abstürzen und Kulissen, die besonders in den Quertälern und in den Vorsprüngen am »Weissen See« hervortreten, zu urteilen. Südlich dieses Sees ist fester Felsen erst in der Nähe der Mündung des Tales nördlich vom Lager 73 erreichbar. Hier taucht nämlich ein scharf markierter, ziegelroter Kamm empor mit dem eben erwähnten Streichen und Fallen und vom Tale durchbrochen. Der Kamm besteht aus dem Kalkstein (179).

**179. Roter, feinkörniger Kalkstein.**

Ein feinkörniges Calcitmehl, imprägniert mit Eisenoxyd in feinsten Körnern, und grössere Calcitindividuen sowie eckige Quarzkörnchen umschliessend, deren Durchmesser eine ungefähre Grösse von 0.1 mm erreicht.

**180. Graulich roter Quarz-Amphibol-Dioritporphyr.**

In einer grauen, feinkörnigen Grundmasse liegen Einsprenglinge von *Quarz*, *Plagioklas*, *Orthoklas*, *Hornblende* und *Biotit*. — Die Grundmasse scheint holokristallinisch zu sein, bestehend aus kleinen *Quarz*- und *Feldspat*individuen; unter den zuletzt genannten sieht man zuweilen kurz leistenförmige mit Zwillingsstreifung nach dem Albitgesetz. — Die Einsprenglinge: Der *Quarz* ist glasklar mit unregelmässigen Einschlüssen, in denen eine bewegliche Libelle nicht zu sehen war, gewöhnlich von unregelmässiger Form, zuweilen jedoch die Form des Dihexaëders andeutend; magmatische Resorptionseinstulpungen sind sehr oft wahrzunehmen. — Der *Plagioklas* setzt sich aus Zwillingen nach dem Albit- und Karlsbadergesetz zusammen. Gemessenes Maximum der zu *M* (010) symmetrischen Auslöschungsschiefe = 18°; nach diesem Befund sollte ein *Andesin*, ein  $\text{Ab}^{65}\text{An}^{35}$ , vorliegen. — Der einheitlich struierte *Feldspat*, *Orthoklas*, bildet grosse relativ seltene Tafeln mit nur sehr schwachen Spuren einer Pressung. — Die *Hornblende* zeigt die Form kurzer, von Prisma und Pinakoid begrenzter Säulen; *a* = hellgelb oder fast farblos, *b* und *c* = braun. — *Ab* und *zu* tritt auch eine regelmässig hexagonale, braune Biotittafel auf, oft sind sie chloritisiert, grün; *2E* wurde zu ungefähr 20° gemessen.

Anstehend am Wege zwischen den Lagern 72 und 73 auf dem Passe (5,032 m ü. d. M.) südlich des Rinak-tschutsen.

**181. Dunkelgrünes, schieferiges Gestein,**

dessen Abstammung ich nicht ermitteln konnte.

Nordlich des Lagers 74.

**182. Roter, feinkörniger, kalkhaltiger Sandstein.**

Das Gestein ähnelt vollständig dem unter (107) beschriebenen, vielleicht mit dem Unterschied, dass die opaken Körner in (182) reichlicher vorhanden sind als in (107). Die Quarzkörner sind eckig, von ung. 0.15 bis 0.20 mm Durchmesser; die Plagioklaskörner, von demselben Aussehen und derselben Grösse wie die Quarzkörner, sind oft in feinschuppige Glimmeraggregate umgewandelt worden; andere eckige Körner von derselben Grösse zeigen dasselbe Aussehen wie z. B. die Grundmasse des hier oben, unter (180), beschriebenen Quarz-Amphibol-Dioritporphyrites. Ausserst selten sieht man ein Zirkon- und Turmalinkorn. Der Calcit tritt als selbständig begrenzte Kristalle auf, oder er bildet eine cementierende, feinstruierte Zwischenmasse.

Das Gestein scheint sich auf Kosten der eocänen Eruptivformation gebildet zu haben und folglich posteocän zu sein.

Anstehend auf dem Engpasse zwischen den Lagern 77 und 78 (32° n. Br.) mit fast vertikalem Fallen (81°) gegen S. 20° O.

(183, 184. Lose Blöcke.)

**185. Rotblonder Kreide-Kalkstein.**

Das Gestein setzt sich aus kleinen Fragmenten zusammen, die zuweilen noch Spuren einer Organismenstruktur zeigen. Obwohl diese sehr schlecht erhalten ist, kann man doch in einigen Fällen sehen, dass das Fragment aus einem *Orbitolina*-Skelette besteht. — In anderen Fällen aber ist die organische Struktur ganz verwischt, und die Kalksteinfragmente bestehen aus einem feinstruierten Kalkspataggregat. Zwischen diesen Fragmenten und dieselben zusammenkittend liegen grobkörnige Kalkspatausscheidungen.

Anstehend in einem kleinen Felsen am Lager 78. Das Fallen 55° gegen S.

**186, 187, 188. Rotblonder Kreide-Kalkstein.**

Identisch mit (185); bildet die Felsen nördlich des Lagers 79. Das Fallen 50° gegen S. 25° W. Dass wir hier ebenso wie in (185) Kalksteine cretaceischen Alters vor uns haben, ist klar; obwohl ich die *Orbitolina*-Spuren für *O. discoidea* halten möchte, ist die Bestimmung nicht einwandfrei. Ich muss daher unentschieden lassen, zu welcher Etage des älteren Kreidesystems diese Kalksteine hinzuführen sind.

Weiter südlich und sudwestlich sieht man eine grosse Menge aus dem sanft sich abdachendem Boden heraustretender, scharfer und pyramidenähnlicher Spitzen desselben Kalksteins, am steilsten gegen N. und N.O., offenbar Verwitterungsreste, eine Art Karrenfelder darstellend.

**189. Grauer Quarz-Amphibol-Dioritporphyr.**

Von derselben Zusammensetzung wie (180), jedoch mit seltneren Quarzeinsprenglingen, und mit gröber struierter Grundmasse als im genannten Gestein. Die Grundmassestruktur kann als eine mikrogranitische bezeichnet werden. Auch treten in (189) vereinzelte Apatitsäulchen auf.

Bildet eine kleine Talschwelle nördlich des Lagers 80, am Bogtsang-tsanpo, offenbar den Kreidekalksten (185), (190) etc. durchsetzend, jünger als dieser.

**190. Dunkelgrauer, dichter Aptien-Kalkstein.**

Das Gestein besteht aus feinkristallinischem Calcitmehl mit eingebetteten, konischen Skeletten einer *Orbitolina*, die nach der gutigst von Herrn Professor H. DOUVILLÉ gemachten Bestimmung *Orbitolina discoidea* ist. Die Ablagerung gehört folglich der *Aptien*-Etage an.

Der Fundort dieser Gesteins liegt etwas südlich von demjenigen von (189).

**191. Brauner, verwitterter Kalkstein.**

Es scheint, als wenn dieses Gestein einen durch Verwitterungsprocesse umgewandelten Kalkstein vom Typus des (190) darstellt.

Anstehend am Lager 80; das Fallen 14° gegen N. 30° O.

**192—195. Grauroter, dichter Albien-Kalkstein.**

Das Gestein besteht fast ausschliesslich aus Skeletten oder Skelettfragmenten von *Orbitolinen*, welche von Herrn Professor H. DOUVILLÉ gutigst als *Orbitolina subconca* und *Orbitolina bulgarica* bestimmt worden sind. Die betreffende Kalksteinformation ist demnach etwas jünger als (190) und gehört dem *Albien* an.

(192), (193) und (194) sind anstehend längs dem Flusse Bogtsang-tsan-po zwischen den Lagern 81, Patibo, und 85; (195) wurde auf dem Passe La-ghjanjak (5,161 m u. d. M.) nördlich des Lagers 86 angetroffen. Das Fallen ist nördlich oder nordwestlich.

**196.** Fragment eines grösseren **Kalkspatkristalles**.

Loses Stuck am Lager 86.

**197.** Grauroter, dichter **Albien-Kalkstein**.

Von derselben petrographischen Beschaffenheit und mit denselben Fossilien wie (192) etc. Anstehend dicht unter dem Engpasse La-ghjanjak, gleich südlich desselben.

**198—202.** Roter bis rotblonder, dichter **Barrémien-Kalkstein**.

Das Gestein besteht zum allergrössten Teil aus Skelettresten von *Orbitolina* cf. *discoidea* und *O. bulgarica* (Taf. IX, Fig. 3, Taf. X, Fig. 1, 2, 3). Auch diese Bestimmung ist in zu-vorkommender Weise von Herrn Professor H. DOUVILLE ausgeführt worden. Diese Kalksteinformation gehört, nach dem genannten Fossil zu urteilen, dem oberen Barrémien an.

(198) kommt zusammen mit (197) vor, (199) in einem Hohlweg östlich des Lagers 87 mit s.w. Fallen unter 45°; (200—202) südlich und südöstlich der vorigen zwischen dem Passe Pike-la (5,169 m ü. d. M.) und Neka.

**203, 204.** Dunkelgrauer **Aptien-Kalkstein**.

Etwas heller als (190), sonst mit diesem petrographisch identisch und wie dieser mit *Orbitolina discoidea*.

Kommt mit den soeben erwähnten Kalksteinen zusammen vor.

**205.** Rotlich weisser **Kalkstein**.

Stark verwittert, eigentlich nur Fragment einer Verwitterungskruste.

Anstehend westlich vom See Kung-tso. nordwestlich vom Lager 91. Das Fallen 15° gegen N. 30° O.

In diesem Gebiet von Gobrang herrschen somit Kreidekalksteine vor und geben der ganzen Landschaft die charakteristische Oberflächengestaltung eines Kalksteingebirges mit zackigen Zinnen, pyramidenähnlichen Kuppen usw.

**206—208.** Grünlich grauer, gefleckter **Sandstein**.

Das Gestein ist ein harter und fester, arkosartiger Sandstein, bestehend aus *Quarz* und *Feldspat*, welch letzterer auch makroskopisch als rötlichgraue oder reingraue kleine Flecken wahrnehmbar ist. Die *Quarzkörner*, durchschnittlich von 0.3 mm Durchmesser, sind deutlich durch Wasser abgenutzt, obwohl es auch recht zahlreiche eckige Körner gibt; Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglicher Libelle kommen gewöhnlich vor; dazu sieht man im Quarz sehr oft feine Rutilnadelchen in 60° zu einander gelagert. — Die *Feldspatkörner*, durchschnittlich von derselben Grösse wie die Quarzkörner, bestehen sowohl aus klar durchsichtigem *Orthoklas*, *Mikroclin* und *Plagioklas* wie aus ganz truben, in Glimmeraggregate mit Quarzausscheidungen umgewandelten Feldspaten, deren nähere Bestimmung nicht immer durchführbar ist. — An der Zusammensetzung des Gesteins beteiligen sich auch ganz vereinzelte, abgenutzte *Turmalin*-körner und *Zirkone* sowie kleine, linsenformige Scheiben eines feinstruierten Schiefers und chloritisierte Glimmerblättchen. — Zwischen diesen Konstituenten liegt eine ganz unbedeutende

sekundäre Quarzausscheidung und schmutziggrüne, chloritische Zwischenmasse. — Das Gestein zeigt nur seltene Spuren einer Pressung in der Form undulöser Auslöschung der Körner.

Anstehend am Lager 91 (87 ö. L.) westlich des Kung-tso, nördlich von Nadsum; das Fallen 33° gegen W. 50° N.

**209. Gelbweisser bis rotlicher Kreide-Kalkstein.**

Anstehend zwischen den Lagern 91 und 92. Das Fallen 60° gegen O. 30° N.

**210. Grünlich, grauer Sandstein.**

Identisch mit (206). Fest anstehend auf dem kleinen Engpasse, 3,2 Kilom. nördlich von Nadsum, westsüdwestlich des Kung-tso. Das Fallen 68° gegen N.

**211. Gelbweisser Kreide-Kalkstein.**

Am Wege nördlich des Lagers 94.

**212. Graugelber Sandstein.**

Das Gestein stimmt makro- wie mikroskopisch mit (206) etc. überein. Es besteht aus gewöhnlich abgerollten Quarzkörnern von ungefähr 0,5 mm Durchmesser, sowie aus rundlichen Mikroklin- und Plagioklaskörnern, die oft in trübgraue oder rotbraune Aggregate umgewandelt worden sind, und vereinzelt Zirkon und Erskornern. Diese Bestandteile werden von sekundär ausgeschiedener Kieselsäure fest verkittet.

Anstehend zusammen mit (213) gleich südlich des Lagers 94, Tomo-schapko, unter einem Fallen von 49° gegen S.

**213. Graugelber bis rötlicher Barrémien-Kalkstein.**

Identisch mit (200) und folglich dem jüngeren Barrémien des Kreidesystems angehörig. — Anstehend, unter einem Fallen von 49° gegen S., gleich südlich des Lagers 94, Tomo-schapko.

**214. Bräunlich grauer, quarzitischer Sandstein oder Quarzit (Taf. VII, Fig. 4).**

Dieses Gestein besteht aus unregelmässigen, gewöhnlich schwach linsenförmig ausgezogenen, mit stark verzahntem Rand in einander greifenden Quarzkörnern, bei denen man nur ausnahmsweise Spuren einer ursprünglich abgenutzten Form wahrnehmen kann. Die Grösse wechselt zwischen 0,4 und 1,2 mm. Die Einschlüsse sind entweder durch das ganze Korn gleichmässig zerstreut oder zu Reihen und Bändern angeordnet, die das Korn durchqueren; einige hegen bewegliche Libelle. Auch Rutilnadelchen und Zirkonmikrolithe kommen oft in den Quarzkörnern eingeschlossen vor. Undulöse Auslöschung ist eine gewöhnliche Erscheinung; in einigen Fällen konnte man von einer Mörtelstruktur sprechen. Zwischen den Quarzindividuen treten vereinzelte Biotitschüppchen sowie grössere und kleinere Nester von Kalkspat- und Limonit-ausscheidungen auf. — Das Gestein war früher ein Sandstein von derselben Zusammensetzung wie (206), (208), (212) etc., ist aber durch eine intensive Dynamometamorphose in einen Quarzit mit undeutlich ausgeprägter, blastopsammitischer Reliktstruktur umgewandelt worden; durch die etwas langgestreckten, einander parallel liegenden Quarzlinsen wird eine schwache Kristalliations-schieferigkeit hervorgerufen.

Anstehend auf dem »zweiten Engpasse« (5,179 m u. d. M.) 12 Kilom. südwärts vom Lager 94. Das Fallen 15° gegen N. 15° W.



Diese ganze Sandstein-Quarzitserie, die zusammen mit den altcretaceischen Kalksteinen und dieselben unterlagernd vorkommen, scheint mir entweder präcretaceisch zu sein oder sogar der ältesten Kreide, etwa dem Neocom, anzugehören.

**215, 216. Dunkelgrauer, phyllitischer Tonschiefer.**

Das Gestein ist dünngeschichtet; die Schichtflächen sind feingekrauselt, mit schwachem Seidenglanz. Es stimmt petrographisch vollständig überein mit den von HAYDEN im östlichen Himalaya während der Expedition nach Lhasa im Jahre 1903 gefundenen Kalkschiefern und Phylliten jurassischen Alters, von denen mir durch die zuvorkommende Güte der Geologischen Landesuntersuchung Indiens einige Probestücke zum Vergleich gesandt wurden.

Anstehend unter nördlichem Fallen auf der Südseite des eben genannten Passes (s. **214**).

**217. Grünlich grauer Sandsteinschiefer.**

Etwas grobkörniger und aus dickeren Schichten bestehend als (**215**).

Anstehend unter nördlichem Fallen, fast vertikal, auf der Nordseite des Engpasses Laan-la (4,922 m ü. d. M.), 2 Kilom. südwärts vom Lager 95.

**218. Weisser, braungefleckter, quarzitischer Sandstein oder Quarzit (Taf. VII, Fig. 3).**

Das Gestein besteht aus unregelmässig eckigen, selten abgerundeten Quarzkörnern, deren oft verzahnte Ränder in einander greifen. Der Durchmesser wechselt zwischen 0,5 und 1 mm. Die Auslöschung undulös; die Quarzkörner können sogar Druckzwillinge aufweisen. Die Einschlüsse hegen oft eine bewegliche Libelle. Zwischen den Quarzkörnern liegen schmale Nähte von sekundärer Kieselsäure oder von feinschuppigen Glimmermineralien, ebenso dünne Häute von Eisenhydroxyd. — Von der früheren Psammitstruktur sind nur spärliche Spuren erhalten; der frühere Sandstein ist jetzt durch eine intensive Dynamometamorphose in einen Quarzit umgewandelt worden.

Anstehend 4 Kilom. südwärts vom Laän-la, an der ersten Ecke zum zweiten Passe, nördlich des Lagers 96.

**219. Graulich grüner, sandiger Schiefer.**

Das Gestein ähnelt in hohem Grade dem Schiefer (**217**); zerfällt beim Schlagen in unregelmässig polyëdrische Stücke und besteht aus feinsandigem Material mit Zwischenlagen von Tonschiefer.

Anstehend auf dem Passe gleich südlich vom Quarzit (**218**).

**220. Dunkelgrauer, harter und kalkhaltiger, phyllitischer Tonschiefer.**

Das Gestein ist dunkelgrau mit grünem Ton und mattem Seidenglanz, eine unregelmässige Absonderung zeigend. Die Schieferung ist schwach ausgeprägt, schief zur Schichtung gehend. Diese wird durch dünne Zwischenlagen von Kalkspat- und Quarzkörnern, die etwas gröber sind als die winzigen Quarzsplitterchen des eigentlichen Schiefers, hervorgerufen.

Anstehend auf dem zweiten Passe, 1 Kilom. westlich des Lagers 96, Laän, sowohl an der Schwelle wie an den Seiten der Passhöhe. Das Fallen 75° gegen N. 30° W.

**221. Hellgelber Kalksinter.**

Unweit des Sees Ngantse-tso.

**222—220.** Dunkel rotlich-graue bis rote **quarzporphyritische Dacite** (Taf. VI. Fig. 1).

In einer dichten Grundmasse liegen Einsprenglinge von *Quarz* und *Plagioklas* sowie, in zurucktretender Menge, von *Orthoklas*, *Biotit* und *Erzkörnern*.

Die Grundmasse, in welcher eine glasige Substanz nicht mit Sicherheit aufzufinden war, ist gewöhnlich äusserst feinstruiert, mikrofelsitisch, zeigt sich jedoch in gewissen Partien etwas grobkorniger, hier aus Leistchen eines sauren *Oligoklasses*, ungefähr  $Ab^4An^1$ , *Quarz* und *Chlorit* bestehend. Durch die Anhaufung eines gelbbraunen Pigmentes zu schlierenartigen Partien wird oft eine schöne Fluidalstruktur hervorgerufen. Oft ist die ursprüngliche Grundmasse einer intensiven, sekundären Umkristallisierung zum Opfer gefallen, zuweilen zeigt sie eine sphärolithische Struktur mit zierlichen, radialstrahlig gebauten Kügelchen.

Die Einsprenglinge: Der *Quarz* bildet mehr oder weniger gut ausgebildete Dihexaëder mit Prisma, oft jedoch in unregelmässiger Fragmente zerquetscht. Die Einschlüsse sind klein, rund; unter denselben habe ich keine mit beweglicher Libelle wahrgenommen. Lange, schlauchähnliche Einstulpungen der Grundmasse vom Rande der Quarzindividuen gegen die Mitte derselben sind als magmatische Resorptionserscheinungen zu deuten. — Der *Plagioklas*, zusammengesetzt aus Zwillingen nach dem Albitgesetz, bildet kurze Tafeln nach *M* (010); oft bestehen diese Tafeln aus zerbrochenen, verschieden orientierten, durch Grundmasse wieder verkitteten Fragmenten eines ursprünglich einheitlichen Individuums. Gemessenes Maximum der zur Zwillingsebene symmetrischen Auslöschungsschiefe =  $20^\circ$ ; die Plagioklaseinsprenglinge sollten folglich saurer Andesin, ungefähr  $Ab^7An^1$ , sein, mehr basisch als der Grundmasseplagioklas. Sowohl der Plagioklas wie der sehr seltene, einheitlich struierte *Kalifeldspat* ist gewöhnlich stark umgewandelt, entweder epidotisiert oder, am öftesten, in eine trübe, rötlichgraue Masse gewandelt, wodurch die Zwillingsstreifung des Plagioklases ganz oder teilweise verwischt wurde. — Die *Biotittafeln* sowie die *Magnetitkörner* zeigen oft eine regelmässige Kristallbegrenzung; zuweilen hegt der Magnetit kleine *Apatitsäulchen*.

Die chemische Analyse vom (225), ausgeführt von Dr. ALBERT ATTERBERG in der staatlichen chemischen Station zu Kalmar, ergab folgende Werte:

$SiO_2$ . . . . .	72.91 %
$TiO_2$ . . . . .	0.49 "
$Al_2O_3$ . . . . .	13.47
$Fe_2O_3$ . . . . .	1.21 "
$FeO$ . . . . .	1.90
$MnO$ . . . . .	0.12
$MgO$ . . . . .	0.31 "
$CaO$ . . . . .	2.42 "
$BaO$ . . . . .	0.00 "
$K_2O$ . . . . .	3.57
$Na_2O$ . . . . .	3.14 "
$CO_2$ . . . . .	0.35
$P_2O_5$ . . . . .	0.00 "
$H_2O$ (bei $105^\circ$ ) . . . .	0.09 "
Gluhverlust . . . . .	0.21

Summe 100.28 %

Reduziert und umgerechnet nach OSANN ergibt die Analyse:

	Gewichts- prozent.	Molekular- proportionen	Molekular- prozent.
SiO <sub>2</sub> . . . .	74.13	122.68	79.84
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . .	13.65	13.36	8.70
FeO . . . . .	2.00	3.60	2.34
CaO . . . . .	2.44	4.31	2.80
MgO . . . . .	0.31	0.77	0.50
K <sub>2</sub> O . . . . .	3.61	3.83	2.49
Na <sub>2</sub> O . . . . .	3.17	5.11	3.33
Summe	100.00	153.66	100.00

Gruppenwerte.	Proektionswerte
S = 79.84	
A = 5.82	a = 10
C = 2.80	c = 5
F = 2.84	f = 5;
M = 0.00	demnach a > c = f.
T = 0.08	
k = 1.84	
n = 5.72	

Der Analysenort dieses Gesteins fällt ganz in der Nähe desjenigen eines Kalkalkaligranites, z. B. des Granitites von Melibocus (Odenwald)<sup>1</sup> oder des Amphibolgranites von Mariposa Co. (Nevada), sowie in der Nähe gewisser dacitischen Magmen, z. B. des Biotit-Dacites von Lassen's Peak (Kalifornien)<sup>2</sup> oder des Quarzporphyrites von Schirmeck (Unter-Elsass)<sup>2</sup>.

Auf Grund der gewöhnlich recht vorgeschrittenen Umwandlung der Feldspateinsprenglinge nenne ich diese Gesteine quarzporphyritische Dacite, ohne in diesen Namen eine Altersbestimmung derselben hineinlegen zu wollen. Eine Varietät ist sogar so frisch, dass es fast zur Geschmackssache wird, ob dieselbe Dacit oder Quarzporphyrit genannt wird.

Die mit den Nummern 222 bis 229 bezeichneten Stufen stammen von den Ufern des Ngantse-tso, anstehend oder als lose Blöcke.

### 230. Chalcedon.

Loses Stück am Lager 107.

### 231. Feinkörniger, schwach gestreckter Kalkstein.

Feinkristallinisches Calcitaggregat mit feinen Streifen opaker Körner, eine nicht recht deutliche Parallelstruktur hervorrufend.

Anstehend nördlich des Lagers 109, zwischen dem Ngantse-tso und Martschar-tso. Das Fallen 67° gegen O. 25° S.

### 232. Rotblonder quarzporphyritischer Dacit.

In einer mikrogranitischen Grundmasse von *Quarz* und *Feldspat* liegen Einsprenglinge von *Quarz* und *Plagioklas* sowie, in geringer Menge, *Biotit*.

<sup>1</sup> ROSENBUSCH, Elemente der Gesteinslehre, Stuttgart 1910, S. 239, Fig. 35, Anal. 6.

<sup>2</sup> Ibid., S. 366

Die Grundmasse ist panidiomorph-mikrogranitisch und besteht aus unregelmässig eckigen *Quarzkörnern*, von durchschnittlich 0.66 mm Durchmesser, und aus trüb grauen bis braunen, verwitterten *Feldspaten* in eckigen Körnern, ungefähr von der Form und Grösse der Quarzkörner. In einigen Fällen zeigen diese Feldspate eine Zwillingslamellierung nach dem Albitgesetz. Im allgemeinen sieht man eine solche Zwillingsstreifung nicht, was sich natürlich ganz ungezwungen aus der Trübung durch die Verwitterung erklären kann. Ob es in der Grundmasse auch einheitlich gebauten Feldspat, einen Orthoklas, gibt, muss ich vorläufig unentschieden lassen.

Die Einsprenglinge bestehen aus *Quarz* in grosseren Kristallen von der Dihexaëderform mit schmalen Prismen. Die *Plagioklaseinsprenglinge* sind tafelförmig nach *M* (010), und zeigen sich im allgemeinen stark verwittert, besonders in den zentralen Teilen, welche mehr basisch als die peripherischen sind. Ein Versuch, an so verwittertem Materiale das Maximum der Auslöschungsschiefe zu bestimmen, muss natürlich sehr unsichere Resultate ergeben; ebenso ist es schwer, mit einiger Bestimmtheit zu sagen, ob unter den Feldspateinsprenglingen auch solche von ungestreiftem Feldspat vorkommen. Der *Biotit* bildet unregelmässig lappige Tafeln von gelber resp. grüner Farbe, oft mit Magnetitausscheidungen.

Lose Blöcke am Lager 109.

**233. Dunkelgrüner quarzporphyritischer Dacit.**

Lose Blöcke zusammen mit (232).

**234. 235. Hellgraue bis grünlige quarzporphyritische Dacite.**

Anstehend südöstlich vom Lager 111. Lamblung.

**236. Gelblich graues Konglomerat.**

Das Gestein besteht aus runden Steinen von den Daciten der Gegend sowie aus etwas abgerundeten Quarzkörnern, die offenbar von Quarzeinsprenglingen der erwähnten Gesteine herkommen.

Anstehend nördlich des Lagers 112. Kaptchar.

**237. Ockergelbe Verwitterungsmasse von Dacit.**

Gleich südlich von Kaptchar.

**238. Grüner quarzporphyritischer Dacit.**

Identisch mit (225), (233) etc. Anstehend zwischen den Lagerplätzen 112 und 113, d. h. zwischen Kaptchar im N. und Kaji-pangbuk im S.

**239. Gelber, stark verwitterter Dacit.**

Gleich nordwestlich von Kaji-pangbuk.

**240. Grüner Kristalltuff des Dacites.**

In einer holokristallinen, feinstruierten Hauptmasse liegen unregelmässige, scharfeckige Fragmente von *Quarz*, *Plagioklas* ( $Ab_2An_1$ ), einheitlichem, *orthoklastischem Feldspat* und braunem *Biotit*; die beiden letztgenannten treten an Menge stark zurück, der Orthoklas scheint jedoch etwas reichlicher als in den hier oben beschriebenen Daciten vorhanden zu sein. Ich bezeichne das Gestein als einen Kristalltuff eines quarzporphyritischen Magmas, das sich den quarzporphyrischen Magmen nähert. Die Zwischenmasse ist stark verwittert unter Aus-

scheidung chloritischer Substanzen, und der Tuff ist gut verfestigt. — Das Vorkommen eines Tuffes unter den Daciten scheint mir für die Ergussnatur dieser zu sprechen.

Anstehend in der Talmulde des Naong-tsanpo, nordwestlich des Lagers 115. Naong-rung.

**241. Rötlicher quarzporphyritischer Dacit.**

Die Quarzeinsprenglinge sind seltener als in den hier oben erwähnten quarzporphyritischen Daciten.

Loses Stück nördlich von Naong-rung.

**242. Dunkelgrüner Augitandesit.**

Die Grundmasse ist holokristallinisch, pilotoxitisch, bestehend aus *Plagioklas*leisten, *Augit* mikrolithen und opaken *Ers*körnchen. Die *Plagioklas*leisten sind Zwillinge nach dem Albitgesetz mit sehr kleinem Auslöschungswinkel, *Oligoklas*.

Die Einsprenglinge bestehen aus farblosem *Augit*, *Plagioklas* und einzelnen grösseren *Ers*körnern. Der *Augit* bildet kurze, achtseitige Säulen, deren  $c:c = 39^\circ$ , und die oft Zwillinge nach (100) zeigen. Er ist ganz oder teilweise in grüne chloritische Massen oder schmutzig grüne, faserige Aggregate umgewandelt. — Der *Plagioklas*, tafelförmig nach *M* (010), zusammengesetzt aus Zwillingen nach dem Albitgesetz, zeigt sehr oft zonaren Bau, der Kern basischer als die Hülle; diese ein basischer *Andesin*,  $Ab^3An^*$ , jener ein *Bytownit*,  $Ab^1An^2$ . Der *Plagioklas* ist oft ganz oder zum Teil in Epidot und Calcit sowie in hellgrünen Chlorit umgewandelt.

Anstehend südöstlich von Naong-rung, nordwestlich des Lagers 116.

**243. Dunkler quarzporphyritischer Dacit.**

In einer holokristallinischen, mikrofelsitischen Grundmasse mit schöner Fluidalstruktur sieht man Einsprenglinge von *Quarz*, in Dihexaëderform mit Prisma, *Plagioklas*, tafelförmigem *Andesin* von der Zusammensetzung  $Ab^7An^4$ , und grünen *Chlorit*partien, zuweilen von der Form kurzer Augitsäulen. Die Feldspateinsprenglinge sind in eine trube, graubraune, körnige oder in eine feinschuppige Masse umgewandelt. — Das Gestein, das offenbar sehr nahe übereinstimmend, wenn nicht ganz identisch mit den Daciten vom Ngantse-tso ist, wurde am Lagerplatz 116 angetroffen.

**244. Grüner, stark verwitterter Dacit.**

Das Gestein ist wegen seiner weit getriebenen Umwandlung schwer näher zu bestimmen, vermutlich identisch mit (243).

Anstehend im Hügel Säreding, südöstlich des Lagers 116.

**245, 246. Dunkelgrauer Schiefer mit schwachem Seidenglanz.**

Feinschuppige Masse, bestehend aus winzigsten Glimmerblättchen ohne bestimmt ausgeprägte Orientierung und kleinen Quarzsplitterchen von 0.02—0.06, in einzelnen Fällen bis zu 0.15 mm Durchmesser; dazu kommen noch kleine, schwarz opake Körner und dünne, gelbbraune Häute von Eisenhydroxyd, besonders längs den Spalten des Gesteins ausgeschieden. — (245) ist eine dünne, scheibenähnliche Quarzausscheidung im Schiefer.

Anstehend auf der Südseite, »beim Hierabgehen vom Engpasse« Sela-la (5,506 m ü. d. M.), nordwestlich des Lagers 117.

**247. Stark verwitterter Dacit.**

Herrscht in der ganzen Gegend zwischen den Lagerplätzen 117 und 118.

**248. Sandstein.**

Die Nummerbezeichnung ist unsicher.

**249. Dunkelgrauer, phyllitischer Schiefer.**

Das Gestein ahnelt sehr dem Schiefer (246), zeigt aber viel deutlichere Schieferung als dieser. Es besteht abwechselnd aus dünnen Schichten eines feinkörnigen Schiefers und etwas grober struirtes Quarzites. Die allgemeine schiefrige Textur geht indessen der Schichtung nicht parallel, sondern ist eine transversale. — Die Schieferlagen bestehen aus feinen, gestreckten und parallel mit einander angeordneten Glimmer- und Quarzpartikeln, wodurch eine recht gut ausgeprägte Kristallisationsschieferung hervorgerufen wird. In dieser Schiefermasse liegen einzelne grossere Quarzkörner, deren Durchmesser bis auf 0.6 mm Länge steigen kann. — Die hier oben erwähnten Quarzitstreifen oder -Linsen setzen sich aus undulös ausloschenden, verzahnten Quarzkörnern zusammen; zwischen den Quarzkörnern liegen Biotitschüppchen und Calcitkristalle, sowie feine, regelmässig begrenzte, nadelförmige Turmalinkristalle, deren a farblos, c tiefblau ist. In dem untersuchten Dünnschliffe sind die Turmaline nicht gerade reichlich vorhanden; ihre ganze Form deutet jedoch auf pneumatolytische Prozesse, gleichwie ihre derjenigen der zahlreichen Glimmerblättchen parallele Orientierung auf eine Piézometamorphose in Verbindung mit der Faltung des Transhimalaya und mit dem Empordringen der eruptiven Gangformation desselben, die nach den Geologen, die Studien in Rupschu, Ladakh, Hundés oder im o. Himalaya etc. gemacht haben, als eocän anzusehen ist. Der Schiefer mit den Quarziträndern ist folglich praecän.

Anstehend in der oberen Talsenkung nördlich vom Schib-la, zwischen den Lagerplätzen 118 und 119. Das Fallen 35° gegen O. 30° S.

**250. Rotes, verwittertes Porphyrgestein.**

Am Wege zum Lager 119, nördlich davon.

**251. Quarzitschiefer.**

In einer äusserst feinstruirtten, schieferigen Masse liege kleine, dünne Quarzscheiben von ungefähr 0.05—0.15 mm Länge und 0.01—0.02 mm Dicke, alle dieselbe Richtung innehabend und so angeordnet, dass das Gestein eine gewisse Schichtung aufweist, zusammengesetzt aus abwechselnd feineren und gröberen Streifen. Von dieser Masse heben sich grosse, unregelmässig polyëdrische Körner von Quarz und Plagioklas ab. Undulöse Ausloschung oder Zerquetschung ist sehr gewöhnlich; ebenso gewöhnlich zeigen sich die Körner wie geschwänzt oder zu dünnen linsenförmigen Aggregaten ausgewalzt. Kataklastische Erscheinungen sind demnach sehr deutlich mit zum Teil erhaltenen, zum Teil zerquetschten Relikten, eine Klastophyrstruktur. Direkte Anhaltspunkte zur Altersbestimmung des Gesteins fehlen. Dünne Scheiben oder Streifen eines phyllitischen Schiefers in demselben deuten vielleicht an, dass es sich nur um eine quarzitishe Einlagerung in einem Schiefer vom praecänen Typus (249) handelt.

Anstehend nördlich des Lagers 119.

**252. Rotblondes, verwittertes Porphyrgestein.**

Ohne Angabe des Fundortes.

**253—256. Rotblonder Dacit.**

In einer dichten, mikrofelsitischen Grundmasse, in der vielleicht etwas isotropes Glas steckt, liegen Einsprenglinge von *Quarz*, *Plagioklas* und *Biotit*.

Die Grundmasse ist, wenn frisch, äusserst feinstruiert; ihre Einwirkung auf das polarisierte Licht ist schwach oder fast gleich Null; sie scheint folglich wenigstens zum Teil aus undifferenziertem Glas mit beinahe submikroskopischen Mineralausscheidungen zu bestehen.

Die Einsprenglinge: Der *Quarz* bildet Dihexaëder mit schmalen Prismen; in seinen peripherischen Partien erscheinen schlauchartige Grundmasseneinstülpungen die als magmatische Resorptionserscheinungen zu deuten sind. — Der *Plagioklas*, Tafeln nach *M* (010), setzt sich aus Zwillingen nach dem Albit-, Karlsbader- und (selten) Periklingesetz zusammen; nach der optischen Analyse liegt ein saurer *Andesin* vor. Er ist glasklar, oft stark rissig. Einige Feldspate sind einheitlich gebaute Tafeln, welche vielleicht als *Orthoklas* zu deuten sind. — Der *Biotit* bildet regelmässig hexagonale Tafeln von brauner Farbe; oft werden sie durch Verwitterung und Auslaugung grün, unter Ausscheidung opaker Erzkörner.

Anstehend auf dem Passe Tschesang-la, nördlich des Lagers 120, gleich südlich von 30° n. Br. und gleich östlich von 88° ö. L.

**257.** Weissgrauer, streifiger **Quarzit**.  
Ohne nähere Angabe des Fundortes.

**258.** Graugrüner, **phyllitischer Schiefer**.  
Ohne Angabe des Fundortes.

**259, 260.** Grünlicher, verwitterter, **quarzporphyritischer Dacit**.

In einer verwitterten Grundmasse liegen Einsprenglinge von Quarzdihexaëdern und verwitterten Plagioklastafeln.

Ohne Angabe des Fundortes.

**261.** Dunkelgrauer, feinkorniger **Quarzit**.

Das Gestein besteht hauptsächlich aus unregelmässig eckigen Quarzkörnern von ungefähr 0.1 mm Durchmesser. In gewissen Partien grenzen die Quarzkörner unmittelbar an einander mit ebenem, nicht verzahntem Rand, in anderen liegen sie in einem hornfelsstruierten Quarzaggregat eingebettet. In dieser mehr oder weniger reichlichen Zwischenmasse sieht man braune resp. schwach grünliche oder farblose Glimmerschüppchen sowie einzelne Turmalinsäulchen mit *c* = farblos, *a* = tiefblau bis grünlich blau. Das Vorhandensein von Glimmer und Turmalin sowie die Parallelanordnung der erstgenannten, eine schwache Kristallisationsschieferigkeit hervorrufend, scheint mir anzudeuten, dass das ursprünglich psammitische Gestein seine jetzige Zusammensetzung und Struktur einer Piézokontaktmetamorphose zu verdanken habe; demnach sollte das Sediment präocän sein. Ich will nicht unterlassen hinzuzufügen, dass das umgewandelte Gestein den quarzitischen Streifen des hier oben unter (249) beschriebenen Schiefers sehr ähnlich ist.

Anstehend im Nebental Tschaggelung, am Wege nördlich des Lagerplatzes 121. Das Fallen 75° gegen O. Weiter südwärts ist das Fallen 67° gegen O. 20° S. Die Kiesmassen am Talboden setzen sich aus porphyrstruierten Ergussgesteinen, Konglomeraten und Schiefen zusammen.

**262.** Grauer **Quarzbiotitdiorit (Hornblendegranit)**.

Mittelkörniges, granitähnliches Gestein, das sich aus *Orthoklas*, *Plagioklas*, *Quarz*, *Hornblende*, *Biotit*, *Magnetit* und Kleinmineralien (Apatit, Erzkörnern) zusammensetzt.

Der *Orthoklas* ohne selbständige Begrenzung oder zuweilen tafelförmig nach *M* (010). Schnitte mit zentralem Austritt der Bisectrix *c* und mit scharfen Spaltrissen nach *P* (001).

loschen  $8^\circ$  zu diesen Rissen. Der Orthoklas ist demnach nicht reiner Kali-, sondern ein Kali-Natron-Orthoklas. Der Rand zeigt oft eine verschwommene Mikroklinstruktur, wie eine solche sonst bei gelinder Pressung aufzutreten pflegt. — Der *Plagioklas* bildet tafel- oder leistenförmige Individuen mit selbständiger Begrenzung, zusammengesetzt aus Zwillingen nach dem Albit- und Karlsbadergesetz; er zeigt oft zonaren Bau, die Randpartien saurer als die zentralen. Gemessenes Maximum der zur Zwillingssebene symmetrischen Auslöschungsschiefe =  $18^\circ$ ; folglich dürfte ein saurer *Andesin*,  $\text{Ab}^7\text{An}^4$ , vorliegen. — Der *Quarz*, offenbar der zuletzt ausgeschiedene Magmarest, erfüllt die Zwischenräume zwischen den übrigen Mineralien. Unter den Einschlüssen sind solche mit beweglicher Libelle gewöhnlich; die Einschlüsse ordnen sich, wie auch sonst in Granitquarzen, zu Reihen oder Bändern, die das Quarzkorn durchqueren. Die Auslöschung ist oft undulös. — Die *Hornblende* bildet kurz säulenförmige oder unregelmässig begrenzte Individuen; a = gelbgrün bis gelbbraun, b = grün oder braun, c = olivengrün oder dunkelbraun. Meistens zeigt die Hornblende eine weitgehende Umwandlung in Chlorit unter Ausscheidung von opaken Erzkörnchen, Limonit und Kalkspat. — Der *Biotit* kommt oft in Verwachsung mit der Hornblende vor; die Farbe braun, aber mit wechselnder Absorption:  $a < b = c$ . Auch der Biotit geht in grüne, chloritische Substanzen und Eisenerze über.

Das Gestein zeigt nur schwache Pressungserscheinungen; der Quarz undulös auslöschend, die Randpartien des Orthoklases mit undeutlicher Mikroklinstruktur, die Andesin- und Biotitindividuen gebogen.

Dieser Quarzbiotitdiorit zeigt vollständige Identität mit dem von HAYDEN<sup>1</sup> aus der Gegend von Lhasa beschriebenen und abgebildeten Hornblendegranit, wie ich mich auch durch direkten Vergleich mit den Originaldünnschliffen HAYDEN's, die er mir gutigst zur Verfügung stellte, überzeugen konnte. Auch in dem Lhasa-Granite ist der zonar gebaute Plagioklas ein saurer Andesin, auch hier zeigen die Biotite und Hornblenden denselben Pleochroismus und dieselbe Absorption, wie hier oben von (262) erwähnt wurde, kurz, die optische Analyse gibt eine vollständige Identität der beiden Gesteine an.

Die chemische Analyse, ausgeführt von Doktor S. T. TYDÉN, Alnarp, ergab folgende Resultate:

$\text{SiO}_2$	. . . . .	63.45 %
$\text{TiO}_2$	. . . . .	1.11 %
$\text{Al}_2\text{O}_3$	. . . . .	16.87 %
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	. . . . .	2.00 %
$\text{FeO}$	. . . . .	2.19 %
$\text{MnO}$	. . . . .	0.24 %
$\text{MgO}$	. . . . .	2.22 %
$\text{CaO}$	. . . . .	4.43 %
$\text{Na}_2\text{O}$	. . . . .	2.41 %
$\text{K}_2\text{O}$	. . . . .	1.96 %
$\text{H}_2\text{O}$	. . . . .	3.08
$\text{P}_2\text{O}_5$	. . . . .	0.24 %
Summe		100.20 %

<sup>1</sup> The geology of the provinces of Tsang and U Mem geol Survey of India, Vol 36, Part 2, Calcutta 1907. S. 58.



Nach Reduktion und Umrechnung nach OSANN ergeben sich folgende Werte:

	Gewichts- prozent.	Molekular- proportionen	Molekular- prozent.
SiO <sub>2</sub> . . . . .	67.10 %	111.10	72.26 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	17.85 »	17.46	11.35 »
FeO . . . . .	3.44 »	4.78	3.11 »
CaO . . . . .	4.68 »	8.34	5.42 »
MgO . . . . .	2.34 »	5.80	3.77 »
K <sub>2</sub> O . . . . .	2.05 »	2.17	1.41 »
Na <sub>2</sub> O . . . . .	2.54 »	4.10	2.68 »
Summe	100.00 %	153.75	100.00 %

Gruppenwerte.

s = 72.26  
A = 4.09  
C = 5.42  
F = 6.88  
M = 0.00  
T = 1.84  
k = 1.70  
n = 6.55

Projektionswerte

a = 5  
c = 6.5  
f = 8.5;  
demnach  $f > c > a$ .

Aus den schon angeführten Werten geht hervor, dass der Quarzbiotitdiorit aus dem Transhimalaya in chemischer Beziehung z. B. mit dem Banatit von Dognacska,<sup>1</sup> dem Tonalit vom Avio-See,<sup>2</sup> mit dem Quarzglimmervitrophyrit von Rasta bei Recoaro<sup>3</sup> etc. zusammenfällt. Im OSANN'schen Projektionsdreieck nehmen die eben erwähnten Gesteinsmagmen fast denselben Analysenort ein. Der Quarzbiotitdiorit des Transhimalaya unterscheidet sich jedoch in einer Beziehung von dem erwähnten Banatit und Tonalit; sein  $n$  ( $= \text{Na}_2\text{O} : \text{K}_2\text{O}$ ) ist 6.55, während das  $n$  der anderen Gesteine 8.5 resp. 8.6 beträgt. Die Analyse des Quarzglimmerporphyrites von Rasta ergab folgende Werte:

	Molekular- proportionen.	Molekular- prozent.
SiO <sub>2</sub> . . . . .	109.90	71.36
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	17.30	11.24
FeO . . . . .	4.02	2.61
CaO . . . . .	8.76	5.70
MgO . . . . .	6.04	3.91
K <sub>2</sub> O . . . . .	1.93	1.27
Na <sub>2</sub> O . . . . .	6.05	3.91
Summe	154.00	100.00

<sup>1</sup> ROSENBUSCH, Elemente der Gesteinslehre, 3te Auflage, Stuttgart 1910. S. 240. Analyse 32.

<sup>2</sup> ROSENBUSCH, ibid., S. 240. Analyse 28.

<sup>3</sup> ROSENBUSCH, ibid., S. 366. Analyse 16 a.

Gruppenwerte.	Projektionswerte
$s = 71.37$	
$A = 5.18$	$a = 6$
$C = 5.70$	$c = 6.5$
$F = 6.52$	$f = 7.5;$
$M = 0.00$	demnach $f > c > a$ .
$T = 0.36$	
$k = 1.46$	
$n = 7.55$	

Beim Vergleich findet man sofort, dass die Übereinstimmung sehr gross ist; der Gehalt an CaO (= c) ist für beide derselbe. Das Gestein aus dem Transhimalaya hat etwas kleineren Wert für a (= Alkalien) und dem entsprechenden grösseren Wert für f (= FeO + MgO) als der Porphyrit von Recoaro; das Verhältnis Na<sub>2</sub>O zu K<sub>2</sub>O ist in beiden ungefähr dasselbe.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass der Quarzbiotitdiorit vom Transhimalaya als ein auf tieferem Niveau erstarrten Teil eines quarzporphyritischen oder dacitischen Ergussgesteins betrachtet werden kann, und dass derselbe zu der Familie der quarzdioritischen Gesteine zu rechnen ist.

Anstehend im Rung-Tal, ostlich des Weges zum, d. h. nördlich vom Lagerplatz 122.

#### 263, 264. Dunkler **Glimmerdioritporphyrit**.

In einer feinkörnigen Grundmasse liegen Einsprenglinge von *Plagioklas*, *Biotit* und *Magnetit*.

Die Grundmasse besteht aus feinen, nach der Kante P M gestreckten Plagioklasnadeln, zusammengesetzt aus Zwillingen nach dem Albitgesetz. Die zur Zwillingssebene symmetrische Ausloschungsschiefe ist sehr klein; der Plagioklas ist ein saurer *Oligoklas*. In einigen Fällen scheint es als wenn eine minimale *Glasbasis* zwischen den Oligoklasen vorhanden wäre; in anderen Fällen sind die Zwischenräume zwischen den Oligoklasnadeln von trüben, aggregatpolarisierenden Massen, die vielleicht aus *Augit* hervorgegangen sind, von rotbraunen *Glimmer*-schuppchen und opakem *Erzstaub* eingenommen. Die Oligoklasnadelchen der Grundmasse zeigen unter einander eine parallele Orientierung, eine Fluidalstruktur hervorruhend.

Die Einsprenglinge: der *Plagioklas* bildet bis zu 2 cm lange Tafeln, zusammengesetzt aus Zwillingen nach dem Albitgesetz. Gemessenes Maximum der zur Zwillingssebene symmetrischen Ausloschungsschiefe = 32°; folglich ein *Labradorit*. Der *Magnetit* sowie der eisenreiche *Biotit* bildet regelmässig begrenzte Individuen.

Da die Plagioklaseinsprenglinge zum Teil glasklar und frisch, zum Teil in eine lebhaft polarisierende Glimmermasse umgewandelt sind, könnte man das Gestein entweder einen Andesin oder einen Porphyrit nennen. Wenn ich hier den Namen Porphyrit wähle, geschieht es mit Rücksicht auf die hier unten beschriebenen Dioritporphyrite.

Am Wege nördlich des Lagers 122.

#### 265. Grünlich grauer **Augitdioritporphyrit**.

Das Gestein besteht aus einer makroskopisch dichten, holokristallinen Grundmasse mit Einsprenglingen von *Plagioklas*, *Augit* und *Magnetit*. — Die Grundmasse setzt sich aus feinen *Plagioklas*nadeln, die nach ihren optischen Eigenschaften ein saurer *Oligoklas* zu sein scheinen, kleinen, griesigen *Augit*mikrolithen und opaken *Erzkörnchen* zusammen. Die Oligoklasnadeln sind unter sich parallel, sich um die Einsprenglinge herumschmiegend und dadurch eine Fluidalstruktur hervorruhend, oder auch liegen sie wirr angeordnet, wie zum Beispiel bei der ophiti-

schen Strukturform. — Die Einsprenglinge: der *Plagioklas*, in Epidot und Calcit oder in feinschuppige Glimmermassen umgewandelt, zeigt oft, trotz der weitgetriebenen Umwandlung, einen zonaren Bau, die randlichen Partien saurer als die zentralen. Die Bestimmung der Zusammensetzung des Plagioklas mittels optischer Analyse muss natürlich der starken Umwandlung zufolge unsicher werden. Wenn jedoch das gemessene Maximum der zur Albitzwillings-ebene symmetrischen Auslöschungsschiefe,  $21^\circ$ , das wirkliche Maximum darstellt, sollte der Einsprenglingsplagioklas ein saurer *Andesin*,  $Ab^7An^1$ , sein. — Die *Augiteinsprenglinge* bilden kurze, oft verzwilligte Säulen von gewöhnlicher Form, farblose oder schwach gelbliche;  $c:c = 45^\circ$ . Der Augit ist gewöhnlich ganz frisch, zuweilen zeigt er eine beginnende Chloritisierung. — Der *Magnetit* ist zu grösseren, regelmässig begrenzten Kristallen ausgebildet.

Das Gestein steht offenbar in der nächsten Nähe von (263). Es verdient erwähnt zu werden, dass der Grundmasseaugit des (265) zuweilen in dasselbe trube Aggregat umgewandelt worden ist, das in (263) die Zwischenräume zwischen den Oligoklasnadelchen einnimmt.

Anstehend zusammen mit (263) und (264).

#### 266. Roter, grobkörniger **Biotitgranit**.

Das Gestein besteht aus *Mikroclin*, *Plagioklas*, *Quarz* und *Biotit*. Der *Mikroclin* bildet grosse, unregelmässig begrenzte Individuen, die von feinen Quarzstreifen wie durchschwärmt sind. Der *Plagioklas* zeigt eine selbständigere Begrenzung, kommt aber nur in sehr zurücktretender Menge vor; seine Lichtbrechung ist schwächer als diejenige des Quarzes, seine zur Albitzwillings-ebene symmetrische Auslöschungsschiefe sehr klein, allem nach liegt ein saurer *Oligoklas*, ungefähr  $Ab^4An^1$ , vor. Der *Quarz* erfüllt die Lücken zwischen den Feldspaten und bildet den zuletzt ausgeschiedenen Magmarest; in einzelnen Fällen kommt er aber auch als selbständig begrenzte Individuen im Mikroclin vor, eine mikropegmatitische Verwachsung mit dem genannten Mineral andeutend. Der *Biotit*, sehr untergeordnet, bildet lappige Tafeln;  $a$  = gelb,  $b$  und  $c$  = dunkelbraun. Einzelne, stark verwitterte, kurz säulenförmige Individuen sind vermutlich als Hornblende zu deuten.

Anstehend auf dem Engpasse Ta-la (5.436 m u. d. M.), nördlich des Lagerplatzes 123.

#### 267. Graugelber **schriftgranitartiger Pegmatit**.

Anstehend, gleich südlich vom Ta-la. Der Gang fällt unter  $57^\circ$  gegen W.  $40^\circ$  S.

#### 268–270. Grauer, porphyrtiger **Biotitgranit**.

Die Übereinstimmung mit (266) ist sehr gross; es sind graue, bei Verwitterung rote, porphyrtartige Granite mit grossen, hervortretenden Mikroclinindividuen. Die schon bei (266) erwähnte Tendenz zur mikropegmatitischen Verwachsung von Quarz und Mikroclin ist bei (268–270) weitergetrieben. Bei der Verwitterung unterliegt der Feldspat einer Kaolinisierung und das Gestein wird rötlich.

Anstehend auf dem Passe Larokk-la (4.440 m u. d. M.) und in der Felsenschwelle südlich desselben.

#### 271. Schwarzer »**Turmalingranit**« (Taf. I, Fig. 4).

Das Gestein besteht aus *Turmalin*, *Quarz* und, in zurücktretender Menge, *Eisenglimmer*. Der *Turmalin* bildet bis zu 0.8 mm lange und 0.1 mm breite stengelige Individuen ohne oder zuweilen mit Endfläche; er kommt auch als lange, feine Nadeln vor. Unregelmässige, quergehende Absonderungsflächen sind sehr gewöhnlich;  $c$  = hellgelb bis farblos,  $a$  = tiefblau bis bläulich grau. Oft liegen diese Turmaline in dichtem Gewimmel, oder sie zeigen eine radial-

strahlige Anordnung mit minimalen Lücken; in anderen Fällen werden die Zwischenräume grösser, erfüllt von Quarz; zuweilen kann man sogar von einer Quarzanhäufung mit Turmalineinschlüssen sprechen, wobei die Turmaline eine ideal regelmässige Begrenzung zeigen können. — Der *Quarz* zeigt die Einschlüsse und sonstige Eigenschaften eines Granitquarzes, oft hegt derselbe winzige Turmalinnadeln und Blätter von farblosem Glimmer. — Blutroter *Eisenglimmer* tritt ab und zu in den Lucken zwischen den Turmalinen auf, sowie auch auf kleinen Spalten des Gesteins.

Ohne weitere Belegstücke ist es natürlich sehr schwer, etwas Bestimmtes über das geognostische Auftreten des Gesteins zu sagen. Ich glaube jedoch, dass dasselbe am ehesten als eine Randfazies des Granites, als eine Abzweigung eines Pegmatitganges der Gegend zu deuten sei.

Anstehend im »letzten hohen Ausläufer«, 2.6 Kilom. südöstlich vom La-rokk, nordwestlich des Lagers 125.

**272. Gelber, stark kaolinisierter Schriftgranit.**

Anstehend etwas südlich von (271).

**273. Schwarzer »Turmalingranit«.**

Identisch mit (271). Anstehend »in der letzten Gebirgsecke gegen das Flachland«, 2.8 Kilom. nordwestlich des Lagers 125.

**274. Grauer Dioritporphyr.**

In einer mikrogranitischen, aus *Quarz* und *Feldspat* sowie aus *Hornblende*, *Biotit*, *Apatit* und *Magnetit* bestehenden Grundmasse liegen Einsprenglinge von *Plagioklas*.

Der *Grundmassequarz* bildet polyédrische Körner von 0.2—0.5 mm Durchmesser, die oft eine geradlinige, auf die regelmässige Kristallform zielende Begrenzung zeigen; die Einschlüsse sind wenigstens z. T. Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglicher Libelle. Verwachsen mit den Quarzen sieht man Feldspatkörner von derselben Form und Grösse wie die Quarzkörner. Gewöhnlich sind sie ganz trüb, was eine nähere Bestimmung dieser Körner unmöglich macht; andere dagegegen sind frischer, und von diesen sind die meisten einheitlich gebaut, *Orthoklas*, während andere, wenige, eine Zwillingslamellierung nach dem Albitgesetz zeigen; nach den optischen Eigenschaften scheint dieser *Plagioklas* ein saurer *Oligoklas* zu sein. Dazu sieht man einzelne *Biotit*blättchen oder Zusammenballungen von solchen, oft in grüne chloritische Substanzen umgewandelt, kurz säulenförmige, grüne *Hornblende*individuen, *Magnetit*körner, oft mit *Titanit* verwachsen, und *Apatit*kristalle. Alle Mineralien der Grundmasse zeigen deutliche Tendenz zur selbständigen Begrenzung; ein ausgeprägter Altersunterschied zwischen ihrem Feldspat und Quarz ist nicht nachweisbar.

Die Einsprenglinge bestehen aus tafelförmigen *Plagioklasen*, die sich aus schmalen Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz zusammensetzen. Gemessenes Maximum der zur Zwillingslamellen symmetrischen Auslöschungsschiefe =  $10^\circ$ , demnach ein *basischer Oligoklas* ungefähr von der Zusammensetzung  $Ab^7An^3$ . Gewöhnlich sind indessen die Einsprenglinge so stark verwittert, dass ihre nähere Bestimmung unmöglich gemacht worden ist. Man kann nicht einmal in jedem Falle ganz bestimmt sagen, ob ein *Plagioklas* oder vielleicht ein *Orthoklas* vorliegt.

Anstehend in der ersten Felsenecke. Nanka-song, östlich des Lagers 125.

**275. Rotblonder, porphyrartiger Granit.**

Identisch mit (270) etc. Anstehend im Felsenvorsprung Schärtang, zwischen den Lagern 125 und 126; weiter östwärts folgen mehrere Felsenvorsprünge, die aus schwarzem »Turmalingranit«, identisch mit (273), bestehen.

**276, 277. Dunkler, dichter Dioritporphyrit (?).**

Das Gestein besteht aus schmal leistenförmigem *Plagioklas*, winziger, nadelförmiger, grünlcher *Hornblende* und *Erzkörnchen*. Die Einwirkung der Masse auf das polarisierte Licht kann sehr schwach und unbestimmt sein; sie sieht fast wie ein Glasteig aus mit schwach ausgeprägter Differenzierung doppelbrechender Elemente. Eigentliche Einsprenglinge fehlen; man sieht ab und zu in der Gesteinsmasse zusammengeballte, oft idiomorphe, grüne bis gelbliche *Hornblende*-kriställchen, sowie unregelmässig begrenzte *Feldspat*partien. Die Parallelanordnung der leistenförmigen Mineralien ruft eine fluidale Struktur hervor.

Die optische Analyse ist unsicher, und ich will die Bestimmung nicht als endgiltig entschieden ansehen; für eine solche wäre auch eine chemische Analyse erforderlich. Zur Zeit deute ich das Gestein als einen basischen Dioritporphyrit; bei solchen pflegt, wie bekannt, der *Plagioklas* gern Leistenform anzunehmen, gleichzeitig mit dem Nichterscheinen von *Plagioklas*-einsprenglingen. (276) ist anstehend östlich von Rungma, westlich des Lagers 127, (277) weiter ostwärts, am Vorsprung Pama-tsebla, westlich von Tanak, angetroffen worden.

**278, 279. Grauer, aplitischer Ganggranit.**

Das Gestein besteht aus *Quarz* und *Feldspat*; dazu treten in ausserst geringer Menge *Magnetit* und farbloser *Glimmer*. Der *Quarz* bildet kleine Körner von 0.1—0.3 mm Durchmesser und von regelmässiger Begrenzung; er zeigt oft sogar Dihexaëderform mit Prisma. Der *Feldspat*gehalt setzt sich sowohl aus *Orthoklas* wie aus *Oligoklas* zusammen; der letztere tritt jedoch an Menge stark zurück. Die *Feldspat*individuen sind von derselben Grösse wie die Quarze und scheinen gleichzeitig mit diesen ausgeschieden worden zu sein. Die Struktur kann folglich als panidiomorph feinkörnig bezeichnet werden.

Das Gestein ist allem Anscheine nach als ein saures Spaltungsprodukt des in dieser Gegend gewöhnlichen granitodioritischen Magmas anzusehen.

Anstehend in einer Felsenwand am Zusammenfluss des Schigatse- und des Brahmaputratals (279) fehlt in der Sammlung, ist aber laut einer brieflichen Mitteilung von Doktor HEDIN identisch mit (278) und anstehend zusammen mit diesem.

**280. Stark verwitterter Dioritporphyrit.**

In der aus *Quarz* und *Feldspat* bestehenden, mikrogranitischen Grundmasse liegen tafelförmige Einsprenglinge von *Plagioklas*, deren Zwillingslamellierung der weitgehenden Verwitterung zufolge fast ganz und gar verwischt worden ist.

Anstehend angetroffen bei der Rückfahrt von Schigatse, am 28. März 1907, östlich des Lagers 129 und östlich von Tanak, in der ersten Felsenecke am Nordufer des Brahmaputra.

**281. Dunkelgrauer, biotitführender Plagioklasamphibolit (Taf. II, Fig. 5, 6).**

Das Gestein besteht aus *Plagioklas*, *Quarz*, *Hornblende* und *Biotit*, sowie aus *Titanit*, *Erzkörnern* und *Kalkspat*.

Der *Plagioklas*, leisten- oder tafelförmig, zeigt zonaren Bau und setzt sich aus Zwillingen nach dem Albit- und Periklingesetz zusammen. Gemessenes Maximum der zur Fläche  $M(010)$  symmetrischen Auslöschungsschiefe ist für die Mitte des Individuums  $32^\circ$ , für die Randpartie  $22^\circ$ . Nach der Lage des «clairément commun» (MICHEL LÉVY) zu urteilen, sind diese Winkel negativ (SCHUSTER); die zentralen Partien deshalb =  $Ab^{13}Ab^{12}$  oder, rund,  $Ab^2An^1$ , ein saurer *Labradorit*, die Randpartien =  $Ab^2An^1$ , saurer *Andesin*. Einheitlich gebaute, nicht zonare Schnitte mit zentralem Austritt der Bisectrix  $c$  löschen unter  $2^\circ$  zur  $P(001)$ , demnach  $Ab^2An^1$ . Der zonare Bau zeigt oft eine basische Rekurrenz: eine äussere Zone kann mehr basisch als

die an ihrer Innenseite liegende sein. Die Mitte der Plagioklase ist gewöhnlich durch Verwitterung in eine feinschuppige Masse umgewandelt worden, während die Randpartien eine ideale Frische aufweisen. — Der *Quarz* hegt keine oder nur ganz wenige Einschlüsse. — Die *Hornblende* ist kompakt und zeigt oft regelmässige Begrenzung; a = grünlich gelb, b = dunkelgrün, c = rein grün oder bisweilen grün mit blauem Ton. — Der *Biotit* kommt oft in Verwachsung mit der Hornblende vor; a = hellgelb, b und c = dunkelbraun. — Die Kleinmineralien zeigen idiomorphe Begrenzung.

Die volumetrische Bestimmung der Mineralbestandteile ergab folgende Resultate:

Plagioklas . . . . .	59	Volum %
Quarz . . . . .	12	» »
Hornblende . . . . .	14 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	» »
Biotit . . . . .	10 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	» »
Titanit . . . . .	2	» »
Magnetit, Apatit, Kalkspat . . . . .	2	» »

Das Gestein ähnelt den gewöhnlichen, aus einem Pyroxen-Plagioklasgestein hervorgegangenen Mesoamphiboliten. Spuren einer Kataklase sind nicht wahrzunehmen, und das Gestein, wie dasselbe jetzt vorliegt, ist ganz sicher das Resultat einer durchgreifenden Umkristallisierung; die Hornblende z. B. ist mutmasslich aus einer primären Pyroxenart hervorgegangen. Die Struktur ist granoblastisch ohne schieferige Textur.

Anstehend in einem Felsenvorsprung westlich von (280).

#### 282, 283. Grauer, grobkörniger **Biotitgranit**.

Das Gestein setzt sich aus *Orthoklas*, *Plagioklas*, *Quarz*, *Biotit*, *Apatit*, *Magnetit* und *Titanit* zusammen, ist aber so stark verwittert (gewöhnlich ist eine Epidotisierung), dass eine nähere Bestimmung sehr erschwert worden ist. Der Granit ist stark zerklüftet nach allen Richtungen und zeigt eine nahe Beziehung zu (300).

Anstehend oberhalb des Tales Gjatschen-tsa, am Wege zum Lager 129, östlich davon.

#### 284. Grauer **Quarzdioritporphyr**it.

Die Grundmasse ist holokristallinisch und setzt sich aus feinen, 0.01 mm breiten, einfachen oder verzwilligten *Oligoklasten* und kleinen unregelmässigen *Quarz*individuen zusammen. In dieser liegen tafelförmige Einsprenglinge von saurem *Andesin* und linsenförmig ausgezogenen Aggregaten gequetschten *Quarzes*. Diese Quarzaggregate möchte ich als ausgewalzte Quarzeinsprenglinge deuten, zumal da auch die Andesineinsprenglinge deutliche Quetschungserscheinungen aufweisen. Niemals sah ich indessen einen unzweideutigen Quarzeinsprengling, finde aber trotzdem, dass das Gestein sich am besten unter die dacitischen oder quarzdioritischen Magmen stellen lässt.

Anstehend in der Felsenecke Lakija-thang, ostlich des Lagers 129.

#### 285. Grauer, **phyllitischer Schiefer**.

Der Schiefer, der sich fett anfühlt, zeigt auf den Schichtflächen eine feine Runzelung. Unter dem Mikroskop sieht man sofort, dass das Gestein hauptsächlich aus kleinen Sericitschuppen in paralleler Lagerung besteht; die feine Faltung geht oft in kleine Faltenverwerfungen über. Zwischen den Sericitschuppchen liegen opake Körner und einzelne Quarzpartikelchen, Haute von Eisenhydroxyd, der von kleinen opaken Erzkörnern stammt, sowie Kalkspat-

und Chloritsubstanzen. Ab und zu treten linsenförmige dunklere Flecken auf; einige von diesen bestehen aus braunen, kreuz und quer liegenden Biotittafeln oder deren chloritischen Verwitterungsprodukten.

Anstehend im Hügel des Klosters Taring-gumpa, südöstlich vom Lager 133, Je; das Fallen 17° gegen S. 10° W.

**286.** Stark umgewandeltes **Eruptivgestein**.

Das ursprüngliche Muttergestein dieser stark verwitterter Gesteinsmasse anzugeben, ist mir für den Augenblick unmöglich.

Anstehend in der Felsenecke Sebrak-la, östlich des Lagers 133.

**287.** Rotbrauner, fester **Sandstein**.

Die Quarzkörner sind eckig, unregelmässig geformt, von 0.02 bis 3 mm Durchmesser, grosse und kleine durcheinander, der häufigste Durchmesser = 0.5 mm. Diese Quarzkörner werden durch Brauneisen zu einem festen Eisensandstein verkittet.

Anstehend in dem letzten Felsenvorsprung östlich vom Lager 133; das Fallen 73° gegen W. 20° N.

**288—291.** Graue, porphyrtartige **Granite** oder **Quarzbiotitdiorite**.

Die Granite ähneln in hohem Grade dem Granit (282), sind wie dieser stark verwittert.

Aufgefunden zwischen den Lagern 133 und 134.

**292—297.** Graue, porphyrtartige **Quarzbiotitdiorite** (Hornblendegranite).

Das Gestein stimmt mit dem Quarzbiotitdiorit (262) sehr nahe überein; es ist wie dieser ein relativ basischer Granit mit *Biotit* und *Hornblende* oder, wenn man es lieber will, ein Quarzbiotitdiorit mit grösseren *Orthoklas*- und *Plagioklastafeln*. Die verschiedenen Proben zeigen eine unbedeutende Variation der Mineralzusammensetzung; dazu kann man auch eine Variation der Intensität der Pressung wahrnehmen. So zeigt z. B. (297) deutliche Mikroklinstruktur innerhalb der peripherischen Partien des Orthoklases, schönen »quartz vermiculé« innerhalb der sauren Randzone der Plagioklasindividuen etc. Im grossen und ganzen sind jedoch diese Variationen sehr unbedeutend; die Varietäten gehen in einander über.

Dieses Gestein herrscht in der ganzen Gegend vom Lagerplatz 134, Taschi-gembe, bis nach dem Lagerplatz 136, Tangma; (292) in der Felsenecke jenseits des Tales Ngolung, am Wege zum Dorf Tschagha, (293—295) östlich des Lagerplatzes 135, (296) und (297) bilden einen Felsentrücken in der Nähe des Dorfes Tschagha östlich vom Dorf Ragha und Lagerplatz 136.

**298.** Grauer, pegmatitischer **Granit**.

Eine panidiomorph körnige Masse, die aus *Orthoklas* (*Mikroklin*), *Plagioklas* (stark zurücktretend) und *Quarz*, sowie seltenen *Biotit*- und *Muscovit*blättchen und *Magnetit*kristallen besteht. Abgesehen von den Kleinmineralien zeigt der *Plagioklas* die beste selbständige Ausbildung, der *Mikroklin* tritt als grössere, unregelmässige Tafeln auf; der *Quarz* bildet z. T. den zuletzt ausgeschiedenen Magmarest, der die Lücken zwischen den übrigen Bestandteilen ausfüllt, z. T. selbständig begrenzte Individuen, eingelagert in und verwachsen mit dem Mikroklin. Das Gestein ist identisch mit dem hier unten beschriebenen (300), nur etwas saurer als dieses.

Anstehend am Tschak-kera, östlich des Lagers 136.

**299.** Grauer, porphyrtartiger **Quarzbiotitdiorit** (Hornblendegranit).

Übereinstimmend mit (288), (297) etc. und anstehend bei Matschung, östlich des Lagers 137

**300. Grauer, mittelkörniger, pegmatitischer Granit.**

Das Gestein besteht aus *Mikroklin*, *Plagioklas*, *Quarz*, *Biotit*, *Hornblende*, *Titanit* und *Zirkon*; die vier zuletzt genannten kommen in äusserst untergeordneter Menge und in ungleichmässiger Verteilung vor, oft in kleine, zerstreute Nester angesammelt. — Der *Mikroklin* mit zentral austretender Bisectrix  $c$  zeigt eine Auslöschungsschiefe von  $5^\circ$  zu den scharfen, dicht liegenden Spaltrissen nach  $P$  (001) und darf folglich als reiner Kalifeldspat angesehen werden. — Der *Plagioklas* zeigt eine selbständigere Begrenzung als der *Mikroklin*, kurz leisten- oder tafelförmig, zusammengesetzt aus Zwillingen nach dem Albit- und Periklingesetz. Gemessenes Maximum der zur Fläche  $M$  (010) symmetrischen Auslöschungsschiefe =  $5^\circ$ ; es sollte demnach ein saurer *Oligoklas*,  $Ab^{75}An^{25}$ , vorliegen. — Der *Quarz* erfüllt gewöhnlich die Zwischenräume zwischen den Feldspaten, kann aber auch in diesen als selbständig begrenzte Einschlüsse vorkommen. Die mikroskopischen Einschlüsse des Quarzes sind liquid mit beweglicher Libelle.

Die Struktur ist granitisch; zuweilen verdient dieselbe den Namen pegmatitisch, der selbständigen Begrenzung des Quarzes und der schriftgranitartigen Verwachsung desselben mit dem Feldspat zufolge.

Eine volumetrische Bestimmung der relativen Menge der Mineralien ergab folgende Werte:

Mikroklin . . . . .	44	Volum-%
Plagioklas . . . . .	17	» »
Quarz . . . . .	38	» »
Kleinmineralien . . . . .	1	» »

Anstehend an der Mündung des Tales Jamdhang, östlich von Lingö.

**301. Grauer Quarzbiotitdiorit (Hornblendegranit) (Tafel I, fig. 3).**

Sowohl makro- wie mikroskopisch zeigt das Gestein eine grosse Übereinstimmung mit (297) etc. Es setzt sich aus folgenden Mineralien zusammen: *Orthoklas* (*Mikroklin*), *Plagioklas*, *Quarz*, *Biotit*, *Hornblende*, *Magnetit*, *Zirkon*, *Titanit*, *Apatit* und *Epidot*.

Der Kalifeldspat bildet teils einheitlich struierten *Orthoklas*, teils schackbrettstruierten *Mikroklin* mit mikroperthitischen, in gewöhnlicher Weise orientierten Einlagerungen von *Plagioklas*. — Der *Plagioklas* tritt oft als leistenförmige, selbständig begrenzte Individuen auf, die sich aus feinen Zwillingsslamellen nach dem Albitgesetz zusammensetzen und zonaren Bau zeigen. Die zur  $M$  (010) symmetrische Auslöschungsschiefe ist sehr klein; gemessenes Maximum =  $4^\circ$ ; demnach ein saurer *Oligoklas*,  $Ab^{40}An^{60}$ . Die zentralen Partien, basischer als die peripherischen, sind oft in farblose Glimmerblättchen umgewandelt. — Der *Quarz* bildet teils den zuletzt ausgeschiedenen Magmarest, teils ziemlich regelmässige Dihexaëder. Er zeigt undulose Auslöschung. — Der *Biotit*:  $a$  = gelb,  $b$  und  $c$  = braun. — Die *Hornblende* bildet lappige Individuen;  $a$  = gelb;  $b$  = rein grün,  $c$  = bläulich grün.

Die volumetrisch-quantitative Bestimmung der Mineralienbestandteile des Gesteins ergab folgende Resultate:

Plagioklas . . . . .	41	Volum-%
Orthoklas ( <i>Mikroklin</i> ) . . . . .	37	» »
Quarz . . . . .	$12\frac{1}{2}$	» »
Biotit . . . . .	6	» »
Hornblende . . . . .	3	» »
Kleinmineralien . . . . .	$1\frac{1}{2}$	» »



Die Struktur ist granitisch mit schwachen Zeichen einer Pressung: undulöse Auslöschung des Quarzes, Biegung oft bis zum Zerreißen der Plagioklase. Gitterstruktur des Kalifeldspats etc. Dazu treten auch chemische Umsetzungen: Neubildungen von Quarz, myrmekitische Verwachsung von Quarz mit neugebildetem Plagioklas, sekundäre Muscovitausscheidung etc.

Anstehend in einer Felsenecke, nördlich des Nebentales Kao-tschirang, am Wege nach Tong, dem Lagerplatz 138.

**302. Stark verwitterter Porphyrit.**

An der Brücke Toktja, südlich des Lagerplatzes 138. Tong.

**303. Grauer, feinkörner Granit.**

Das Gestein ähnelt in hohem Grade dem Granit (292); ist nur etwas feinkörniger als dieser. Anstehend an einem grossen »Kla«, südlich des Lagers 138, Tong.

**304. Graugruener, schieferiger Porphyroid.**

Unter dem Mikroskope sieht man ein ausserst feinstruiertes Aggregat von *Quarz*- und *Sericit*blättchen, zuweilen mit Einmischung brauner *Biotit*schuppen. Die ganze Masse zeigt eine deutlich ausgeprägte Kristallisationsschieferung. In dieser Grundmasse liegen Linsen oder schmale Streifen von Quarzaggregat, zusammengesetzt aus ungefähr gleichgrossen, polyedrischen Quarzkörnern, grösser als diejenigen der Grundmasse, sowie Einsprenglinge von Ortho- und Plagioklas. Dass das Gestein seine gegenwärtige Struktur und Zusammensetzung einer kräftigen Dynamometamorphose zu verdanken hat, ist augenscheinlich. Dagegen will ich nicht, bloss auf petrographischen Gründen mich stützend, zu entscheiden versuchen, ob das primäre Gestein ein Granit- oder Dioritporphyr oder vielleicht ein Dacit war.

Anstehend, wo sich die Felsenecke Eghe-thang in den Fluss My-tschu vorschiebt, in der Nähe des Lagers 138, Tong.

**305. Grauer, feinkörniger Granit.**

Identisch mit (303). Anstehend am ersten, weitest südlich gelegenen Felsenvorsprung nördlich des Lagers 138.

**306. Dunkelgrauer bis -grüner Plagioklasamphibolit (Taf. IV, Fig. 1 und 2).**

Das Gestein besteht aus grossen, leisten- und tafelformigen *Plagioklasen*, zusammengesetzt aus Zwillingen nach dem Albit- und Periklingesetz und zonaren Bau zeigend, die zentralen Partien basischer als die peripherischen. Das Maximum der zur *M* (010) symmetrischen Auslöschungsschiefe scheint 30° zu sein, wonach ein basischer *Andesin* vorliegen dürfte. Zwischen diesen Feldspaten eine feinkörnige, granoblastische Masse von kleinen, grünen, resp. gelben *Hornblendekörnern*, braunen *Biotit*schuppen und kleinen, farblosen Körnern, die teils aus einheitlichem *Albit*, teils aus *Quarz* bestehen; dazu treten kleine Plagioklase von demselben trüben Aussehen wie die eben erwähnten Andesintafeln. In einem Falle sah ich einen Pyroxenrest mitten in einer Zusammenballung von Hornblende und in Hornblende übergehend liegen. Das Gestein kann folglich als ein porphyroblastischer Plagioklasamphibolit mit Relikten von Andesin bezeichnet werden, der, wie ich annehme, aus einem augitdiorit- oder gabbroähnlichen Gestein hervorgegangen ist.

Anstehend in den Felsen oberhalb des Klosters Dupte, südlich des Lagers 139, Ge.

**307. Grauer, feinkörniger Granit.**

Ähnelt (303), (292) etc., ist nur etwas feinkörniger und basischer als diese.

Anstehend in der Umgebung des Dorfes Ge (HEDIN's Lagerplatz 139), »kleine Felsenhügel und -absätze bildend«.

**308. Grauer, pegmatitischer Granit.**

Scheint identisch mit (298) zu sein.

Anstehend in der Nähe von Thangung, südlich des Lagers 140, Sirtschung.

**309 und 310. Graulich brauner Porphyroid.**

Die Hauptmasse besteht aus einem feinstruierten, stark umgewandelten *Quarz-Glimmer*-Aggregat; die Glimmerblättchen teils farblos, teils braun. In dieser Masse liegen verwitterte *Feldspate*, sowohl einheitlich gebaute als zwillingslamellierte, und *Quarz*aggregate, die sich aus gleichgrossen, polyëdrischen, anders orientierten Körnern zusammensetzen. In gewöhnlichem Licht scheinen die Aggregate einheitlich zu sein. Zu diesen treten auch *Magnetite* mit weissgrauem *Leukoxen*rand. — Es scheint mir offenbar, dass das Gestein durch Umwandlung eines Porphyrites, vielleicht eines Quarzdioritporphyrites, entstanden ist. (309) ist anstehend an der Mündung des Dera-Tales, südlich des Lagers 140, Sirtschung, angetroffen worden; (310) oberhalb des Dorfes Kampa, südlich desselben Lagers.

**311. Breccie von grau-grünem Glimmerquarzit.**

Das Gestein besteht aus grösseren und kleineren, eckigen Fragmenten eines gewöhnlich schieferigen Quarzites mit ansehnlichem Gehalt an Glimmer und Chlorit. In den schieferigen Fragmenten ist der Quarz deutlich scheibenförmig; die Längsachsen der Scheiben einander parallel orientiert. Die schon hierdurch hervorgerufene Parallelstruktur wird durch die parallel der Schieferigkeitsebene liegenden, grüngelben Chloritpartien und farblosen Glimmerblättchen noch verstärkt. Die richtungslos struierten Quarzitfragmente des Gesteins setzen sich aus polyëdrischen, nicht verzahnten Quarzkörnern und beigemengten Chlorit-Glimmerpartien in mehr oder weniger beträchtlicher Menge zusammen. In beiden Varietäten sieht man kleine, regelmässig ausgebildete, hemimorphe *Turmalinnadeln* mit c (a) = farblos, a (c) = braun, offenbar authigen, sowie opake *Eisenerzkörner*. — Die Auslöschung der Quarze ist undulös. — Das Beisein authigener, regelmässig begrenzter Turmaline deutet eine Kontakt- (= pneumatolytische) Metamorphose an; weitere authigene Mineralen bestehen ausschliesslich aus Glimmer und Chlorit; und die ganze Mineralkombination ist diejenige einer Piëzokontaktmetamorphose, während die schieferige Struktur angibt, dass das Gestein von einem einseitig wirkenden Druck beeinflusst worden ist. Also ursprünglich ein feldspathaltiger oder toniger Sandstein, der durch die Piëzokontaktmetamorphose in einen Turmalin und Chlorit führenden Glimmerquarzit umgewandelt wurde; der ursprüngliche Sandstein ist folglich präeocän. — Die verschiedenen Quarzitfragmente der Breccie zeigen verschieden orientierte Schieferung; sie sind demnach in die Breccie mit schon fertiggebildeter Textur hineingekommen.

Anstehend südlich des Lagers 141, Kathing; das Fallen 65° gegen O.

**312. Grünlichgrauer Glimmerquarzit.**

Anstehend am »Kla«-Merkmal, südlich des Lagers 141, Kathing.

**313. Dunkelgrüner, schiefriger Glimmerquarzit.**

Das Gestein besteht aus linsenförmigen oder unregelmässigen Lagen eines mit (311) identischen, turmalinführenden Glimmerquarzites, abwechselnd mit unregelmässigen Streifen eines aus langgestreckten, farblosen Glimmerblättchen bestehenden Glimmerschiefers, der eine schöne Faltung ähnlich derjenigen des Sericitschiefers (285) aufweist. — Das ursprüngliche, präeocäne, tonig-sandige Material wurde während der eocänen Eruptionsperiode durch eine Piëzokontakt-

metamorphose in diesen authigenen Turmalin führenden Glimmerquarzit resp. Glimmerschiefer umgewandelt.

Anstehend unterhalb des Dorfes Duntan, südlich vom Lager 141, Kathing; das Fallen 40° gegen S. 10° O. Nördlich desselben Dorfes wird das Fallen mehr östlich — 17° gegen O. 20° S.

**314.** Grauer, feinkörniger **Quarzbiotitamphiboldiorit** (Tafel II, Fig. 1 und 2).

Das Gestein besteht aus *Plagioklas*, *Orthoklas*, *Quarz*, *Hornblende*, *Biotit* und *Erzkörnern* sowie aus *Apatit* und sekundären Verwitterungsprodukten.

Der *Plagioklas* bildet leistenförmige Individuen mit gegen die übrigen Mineralien unebenem, fast zackigem Rand; die Leisten bestehen aus Zwillingen nach dem Albitgesetz. Gemessenes Maximum der zur Zwillingsebene symmetrischen Auslöschungsschiefe = 7°; folglich ein *Oligoklas*, Ab<sup>3</sup>An<sup>1</sup>. Die Leisten liegen wirr durch einander; die Lucken werden von Quarz oder zuweilen von Quarz in mikropegmatitischer Verwachsung mit ungestreiftem Feldspat, der eine niedrigere Lichtbrechung als der Quarz zeigt, ausgefüllt. Andere Lücken werden von kompakter *Hornblende* eingenommen; a = grüngelb, b = grün, c = grün mit bläulichem Ton. Ausser dieser lückenausfüllenden gibt es auch selbständig begrenzte, kurz säulenförmige Hornblenden mit eben erwähntem Pleochroismus. Diese Hornblendeindividuen sind offenbar früher ausgeschieden als der Plagioklas oder teilweise gleichzeitig mit diesem. — Der *Biotit*, in kleinerer Menge als die Hornblende vorhanden, bildet unregelmässig lappige Tafeln, a = gelb, b und c = braun.

Sowohl der Oligoklas wie die Hornblende zielt nach selbständiger Begrenzung; der Quarz und der Orthoklas bilden die zuletzt ausgeschiedenen Magmareste.

Das Gestein erinnert in hohem Grade an das dioritische Ganggestein, das von HAYDEN s.s.ö. von Nangkartse anstehend angetroffen wurde.<sup>1</sup> Der Originaldünnschliff des erwähnten Gesteins, der mir gütigst zum Vergleich geliehen wurde, zeigt noch teilweise bewahrten Pyroxen, der jedoch ab und zu in grüne Hornblende umgewandelt worden ist.

Anstehend beim Dorf Lungmar, südlich des Lagers 141.

**315.** Dunkelbraunes, **quarzporphyritisches Gestein**.

Dem (225) ähnlich. Nahe der Mündung des Tales Tongjang, südlich des Lagers 142.

**316.** Grauer **Quarzaugitdiorit**.

Zusammen mit (315) vorkommend.

**317.** Grauer **Diabasporphyr** (stark umgewandelt).

Zusammen mit (318) anstehend.

**318.** Grauer **Granitporphyr**.

Die Grundmasse bildet ein feinkörniges, holokristallinisches Aggregat von *Quarz* und *Orthoklas* sowie kleinen *Erzpartikelchen*; die Quarzindividuen zeigen oft eine scharfwinklige Begrenzung und eine gleichzeitige Auslöschung innerhalb grosser Partien der Grundmasse; also eine Art Mikrogranitstruktur, zielend nach und übergehend in Granophyr- oder Mikropegmatitstruktur. In dieser Grundmasse liegen Einsprenglinge von *Orthoklas* und *Plagioklas* (sehr selten) sowie *chloritische* Partien mit *Eisenerzkörnern* nach *Biotitblättchen*, endlich auch *Epidot*.

<sup>1</sup> Geology Provinces Tsang and U. Mem. Geol. Survey of India, Vol. 36, Part 2, Calcutta 1907, S. 57

Der Quarz bildet keine eigentlichen Einsprenglinge, sondern eher Aggregate von optisch verschieden orientierten Quarzkörnern.

Anstehend am Wege, südlich des Lagers 142.

**319. Dunkelgrauer, phyllitischer Schiefer.**

Identisch mit (322). Herrscht in der Gegend südlich des Lagers 142. Die Probe wurde oberhalb der Talmundung Thalung gefunden; das Fallen 63° gegen S. 10° W.

**320. Grüner Sandstein.**

Anstehend an der Passage Thigu-thang, südlich der Lagers 142. Das Fallen 44° gegen S. 40° O.

**321. Braunrotes Jaspiskonglomerat.**

Das Gestein besteht aus rundlichen Fragmenten eines braunroten Jaspis mit Radiolarien und aus einer quarzigen Zwischenmasse. Laut Bestimmung, die gütigst von Herrn Professor L. CAYEUX ausgeführt wurde, kommen im Jaspis folgende Radiolarien vor: eine *Cenosphaera*, eine *Cenellipsis* (?), ein *Dictyocephalus* und mehrere *Dictyometra*-Skelette.

Das Konglomerat bildet eine dünne, mit dem phyllitischen Schiefer (322) konkordante Schicht gleich nördlich des Lagers 142. südlich von Langmar.

**322. Grauer, phyllitischer Schiefer** (Taf. VIII. Fig. 5 und 6).

Das Gestein ist grau, seidenglänzend, dünnsschichtig. Auf den Schichtflächen sieht man dunklere linsenförmige Flecken von ung. 0.1 mm Breite und 0.3 bis 0.5 mm Länge.

*Dünnschliffe parallel der Schichtung* zeigen das Gestein zusammengesetzt aus langen, feinen Quarzstengeln mit paralleler Streckung, wodurch eine lineare Parallelstruktur hervorgerufen wird, die indessen durch eine den Quarzstengeln parallele Anordnung feiner Glimmerschuppchen, Chloritstreifen und Turmalinnadeln noch verstärkt wird. Der Glimmer ist teils farblos, teils braun; der Chlorit zeigt eine deutlich, wenn auch schwach hervortretende ungleiche Lichtabsorption bei verschiedenen Lagen; seine Polarisationsfarben sind unternormal. — Die hier oben erwähnten, linsenförmigen Partien bestehen aus schwach grünem Chlorit mit wechselnder Absorption des Lichtes und mit unternormalen Polarisationsfarben, in lamellenartiger Verwachsung mit in auffallendem Licht weissgrauen, opaken Streifen; die Lamellierung bildet schiefen Winkel zur Längsachse der Linsen. und, was dasselbe ist, zur allgemeinen Streckung des Gesteins.

*Dünnschliffe senkrecht zur Schichtung* zeigen, dass das Gestein sich aus kaum millimeterdicken Lagen von abwechselnd groberer und feinerer Korngrösse zusammensetzt. — Die gröberen Lagen konnten als ein Glimmerquarzit charakterisiert werden, bestehend aus unregelmässig eckigen, bis zu 0.1 mm langen Quarzindividuen, deren Längsachsen unter sich parallel orientiert liegen, und zwischen diesen eingelagerten Sericit- und Biotitschuppchen sowie aus schwach grünlichen Chloritstreifen und seltenen, nadelförmigen, idiomorphen, augenscheinlich authigenen Turmalinkriställchen mit a farblos, c tiefblau oder gelb. — In den feinkornigeren Zwischenlagen nimmt der Gehalt an Quarzkörnern ab sowie auch deren Grösse. Anstatt des Quarzes reichert sich der Chlorit in dem Grade an, dass diese Lagen im ganzen die eigentümlich blauen, unternormalen Polarisationsfarben des Chlorites zeigen. Ebenso kann man hier eine Anreicherung opaker, staubartiger Partikelchen wahrnehmen.

Das ursprüngliche Sediment bestand aus abwechselnd sandigen und tonigen dünnen Schichten; dieses Sediment ist nachträglich metamorphosiert worden. Die Mineralienkombination

der Neubildungen (Glimmer, Chlorit, Turmalin) sowie die ausgeprägt schiefrige Textur geben an, dass die Umwandlung als eine Piëzokontaktmetamorphose charakterisiert werden kann, die von der Gebirgsfaltung des Transhimalaya und der eocänen Eruptionen innerhalb der Faltungszone desselben bewirkt wurde. Das Sediment ist folglich präeocän.

Anstehend gleich nördlich des Lagers 142 unter senkrechtem Fallen; streichend W. 10° N. — O. 10° S.

**323—326.** Graue bis graugelbe **Schriftgranite** von normalem Aussehen ohne basische Elemente oder mit seltenen *Hornblende*- und *Glimmer*individuen. Der Feldspat besteht aus *Mikroclin* und an Menge stark zurücktretendem *Plagioklas*.

Sehr häufig in der Gegend zwischen Tabu und Döle-taka, d. h. zwischen den Lagerplätzen 142 und 144; (**323**) nahe Tabu, (**324**) an der Felsenecke Lang-methang, (**325**) beim Dorfe Govo, (**326**) bei Döle-taka. Die Felsenformen dieser Gegend sind sehr wild und pittoresk.

### **327.** Feinkörniger **Aplit**.

Das Gestein setzt sich aus *Mikroclin*, *Plagioklas* und *Quarz* sowie, in unbedeutender Menge, aus *Muscovit* zusammen.

Der *Mikroclin* zeigt die charakteristische Gitterstruktur. — Der *Plagioklas* bildet dicke Tafeln, zusammengesetzt aus Zwillingen nach dem Albit- und Karlsbadergesetz; gemessenes Maximum der zur *M* (010) symmetrischen Auslöschungsschiefe = 7°; der Lichtbrechung des Plagioklases im Verhältnis zu derjenigen des Quarzes gemäss muss dieser Winkel negativ (SCHUSTER), und der Plagioklas ein saurer *Oligoklas*,  $\text{Ab}^3\text{An}^1$ , sein. Der Oligoklas ist häufig wenigstens teilweise in feinschuppigen, farblosen Glimmer umgewandelt.

Der *Quarz* hegt mikroskopische Einschlüsse, zuweilen mit beweglicher Libelle. — Der *Muscovit* bildet lappige Schuppen; kommt immer in sehr zurücktretender Menge vor. — Ein bestimmter Altersunterschied der Bestandteile ist nicht wahrzunehmen. Die Konsolidierung aus dem Magma begann mit dem Oligoklas, aber die Ausscheidung desselben setzte sich offenbar teilweise auch während derjenigen des Quarzes und Mikroklines fort. Diese zwei zuletzt genannten schieden sich ungefähr gleichzeitig aus; wenn einer von diesen frühzeitiger als der andere auskristallisierte, so war es der Quarz und nicht der Mikroclin. Eine einheitliche optische Orientierung der Quarzindividuen innerhalb einer grösseren Gesteinspartie konnte nicht nachgewiesen werden; ich nenne folglich das Gestein Aplit und nicht Pegmatit.

Anstehend gleich westlich des Lagers 144, östlich von Tjomo-sumdo.

### **328.** Graugelber **Schriftgranit**.

Kommt in »unzähligen« Gängen vor, die den unter (**329**) beschriebenen turmalinführenden Glimmerquarzit durchsetzen, in der ganzen Gegend zwischen den Lagern 144 und 145, Tjomo-sumdo.

### **329.** Grünlich grauer, turmalinführender **Glimmerquarzit**.

Die Gesteinsmasse zeigt eine deutliche Lagerung, bestehend aus gröberen und feineren dünnen Schichten, sowie deutlich ausgeprägte schieferige Textur. — Die gröberen Schichten bestehen zum grössten Teil aus langgestreckt scheibenförmigen oder aus unregelmässig polyëdrischen, isodiametrischen *Quarzkörnern* mit ebenen oder verzahnten Rändern und von 0.5—0.7 mm Durchmesser. Zwischen und in den Quarzkörnern liegen unregelmässige, lebhaft polarisierende Schuppen eines *farblosen Glimmers*, sowie lappige *Biotit*individuen von brauner resp. gelber Farbe, teilweise in grünen, *chloristischen Substanzen* und mit solchen verwachsen; dazu tritt noch schwarzer *Eisenerz*staub. Die Glimmerblättchen halten im grossen und ganzen dieselbe Richtung inne, hierdurch eine schieferige Textur hervorruhend. — In der Gesteinsmasse

sieht man ferner kurze, nur 0.1 mm lange, säulenförmige *Turmalinkristalle*, idiomorph in der Prismenzone und mit Endflächen gewöhnlich nur an dem einen Ende, zuweilen an beiden. Der Pleochroismus: a = grünblau, c = farblos. Der Turmalin ist offenbar authigen.

Die dunkleren, feinkörnigeren Schichten bestehen aus denselben Bestandteilen wie die hellen, grobkörnigen, jedoch mit dem Unterschied, dass die Quarzkörner kleiner und an Menge mehr zurücktretend sind unter Anreicherung der Glimmerblättchen und Turmalinkriställchen.

Das Gestein ist von derselben Natur wie (322), nur etwas grobkörniger und mit grösserem Turmalingehalt als dieses. Es wird von dicht gelegenen, pegmatitischen und aplitischen eocänen Granitgängen durchsetzt und hat seine gegenwärtige Struktur und Zusammensetzung durch eine Kontakteinwirkung seitens dieser Eruptive erhalten unter gleichzeitiger Gebirgspresung, demnach eine Piezokontaktmetamorphose (WEINSCHENK) eines früheren Sandes (Sandsteines) mit Zwischenlagen von Ton (Schiefer).

Anstehend, wie schon erwähnt wurde, zwischen den Lagern 144 und 145. Das Fallen 48° gegen N. 15° W.

**330. Weisser, feinkörniger Marmor.**

Anstehend unterhalb des Nebentales Schalung; östlich des Lagers 146, Scha-oktsang. Das Fallen 33° gegen W. 20° S.

**331. Graulich grüner Glimmerquarzit.**

Identisch mit (329). Anstehend hart neben und westlich von (330); das Fallen 78° gegen W. 15° S. In der Felsenwand des Glimmerquarzites findet sich eine Grotte.

**332. Rotlicher, dichter, quarzitischer Sandstein.**

Das Gestein setzt sich aus unregelmässig geformten, verzahnten *Quarzkörnern* zusammen, deren Durchmesser gewöhnlich 0.1 mm beträgt, zuweilen aber eine Grösse von 0.6 mm erreicht. Die Einschlüsse sind liquid, mit beweglicher Libelle; die Auslöschung undulos; in einigen Fällen zeigt das Korn Druckzwillinge. Neben den Quarzkörnern sieht man trube Körner eines orthoklastischen *Feldspats* sowie kleine Schuppen eines farblosen, lebhaft polarisierenden *Glimmers*, und seltene *Turmalinkriställchen* mit c = farblos, a = grünlich blau bis gelblich. — Dieser quarzitische Sandstein mit authigenem Glimmer und Turmalin ist identisch mit (329), (331) etc., präeocän wie diese.

Anstehend in der rechten Seite des Passtaies, Tschang-la-Pod-la (5.573 m ü. d. M.), östlich des Lagers 146. Das Fallen 18° gegen S. 30° W.

**333. Graulich brauner, phyllitischer Schiefer.**

Feinstruierter, kristallinischer Schiefer, bestehend aus *Quarzsplitterchen* und *Glimmerschüppchen* in paralleler Anordnung, wodurch eine schieferige Textur hervorgerufen wird. Der Glimmer besteht hauptsächlich aus braunem, resp. schwach gelblichem Biotit.

Der Schiefer kommt zusammen mit (332), in konkordanter Wechsellagerung mit diesem, vor.

**334. Dunkelgrüner, quarzporphyritischer Dacit.**

In einer stark umgewandelten Grundmasse liegen Einsprenglinge von *Quarz*, *Plagioklas*, *Orthoklas* und grüne *chloritische* Aggregate von dem gewöhnlichen Habitus des Augites. — Die Grundmasse ist bräunlich mikrofelsitisch oder sogar mikropegmatitisch und zeigt zuweilen sehr schöne Mikrofluktuationsstruktur. — Die *Quarzeinsprenglinge* zeigen oft Dihexaëderform mit niedrigem Prisma; unter den Einschlüssen habe ich keine mit beweglicher Libelle wahrgenommen. Magmatische Resorptionserscheinungen in der Form schlauchähnlicher Grundmasse-

einstulpungen kommen sehr allgemein vor. — Die *Plagioklaseinsprenglinge* setzen sich aus Zwillingen nach dem Albitgesetz zusammen. Gemessenes Maximum der zur  $M(010)$  symmetrischen Auslöschungsschiefe =  $18^\circ$ ; demnach sollte ein saurer *Andesin*,  $Ab^2An^1$ , vorliegen. Einige Feldspate zeigen einheitlichen Bau und dürften mutmasslich als Kalifeldspat zu deuten sein, obwohl es bei der weit vorgeschrittenen Umwandlung zuweilen sehr schwer ist zu entscheiden, ob ein ortho- oder plagioklastischer Feldspat vorliegt. — Die stark grünen, *chloritischen* Aggregate sind von kurz säulenförmiger Gestalt, an Augitsäulen erinnernd. Die genaue Bestimmung des Mutterminerales ist mir vorläufig infolge der starken Umwandlung desselben unmöglich; zusammen mit dem Chlorit kommen oft *Calcitausscheidungen* vor. — Kristalle von *Apatit* und *Magnetit* sind nicht ungewöhnlich.

Anstehend gleich östlich des Lagers 146.

**335. Rötlicher, stark verwitterter Dacit.**

Zusammen mit (334).

**336. Dunkelgrüner quarzporphyritischer Dacit.**

Das Gestein ähnelt in hohem Grade sowohl makro- wie mikroskopisch dem (334), nur mit dem Unterschied, dass einige Einsprenglinge des (336) aus braunem Biotit mit Magnetitstaub bestehen; hier kommen aber auch säulenförmige, in Chlorit umgewandelte Augite (?), obwohl seltener als in (334), vor.

Anstehend gleich östlich des Lagers 146.

**337. Graulicher, sandiger, phyllitischer Schiefer.**

Das Gestein ist mit (333) identisch, nur etwas grobkörniger als dieses.

Anstehend gleich nordwestlich des Lagers 146. Das Fallen  $60^\circ$  gegen S.  $30^\circ$  W. (?); weiter westwärts  $29^\circ$  gegen O.  $25^\circ$  N.

**338. Bläulich grauer, phyllitischer Schiefer.**

Dünngeschichteter, bläulich grauer oder an den Schichtflächen rostfarbiger, schwach seiden-glänzender Schiefer, der sich in unregelmässig polyédrische, scheibenförmige Stücke absondert. Er setzt sich aus winzigsten Quarz- und Glimmerpartikeln zusammen und zeigt eine schieferige Textur.

Anstehend in der Nähe des Tang-jung-ngori, südöstlich des Lagers 147, Kjangdam. Das Fallen  $24^\circ$  gegen N.  $35^\circ$  O.

**339. Stark verwitterter Porphyrit.**

Loser Stein (anstehender Felsen nicht in Sehweite) südöstlich des Lagers 148, Bumo-saak.

**340. Chalcedon.**

Loses Stück zusammen mit (339).

**341 (?). Weissgrauer quarzporphyrische Liparit.**

Die Nummerbezeichnung unsicher. Loser Stein zusammen mit (339) und (340).

**342. Grauer quarzporphyrischer Liparit.**

Am Lager 148.

**343. Stark verwitterter Dacit.**

S. ö. des Lagers 149, Kokbo.

**344. Grauweißer, dichter Quarzit.**

Das Gestein besteht zum allergrössten Teil aus Quarzkörnern; dazu treten feine Schuppen eines farblosen *Glimmers* sowie einzelne *Feldspat*-, *Erz*- und *Zirkon*körner. — Der gewöhnliche

Durchmesser der Quarzkörner = 0.15—0.25 mm; zwischen diesen kleineren sieht man indessen andere, grössere Körner von bis zu 0.75 mm Durchmesser. Diese Quarzkörner, besonders natürlich die grösseren, zeigen deutliche Spuren einer früheren Abrundung, obwohl sie nunmehr fein verzahnt sind und in einander mit zackigen Auswüchsen greifen. Sie zeigen undulöse Auslöschung oder sogar Druckzwillinge. Zuweilen grenzen die Quarzkörner unmittelbar an einander; in anderen Fällen sind sie von einem Quarzmortelkranz umgeben; noch häufiger ist, dass die Zwischenräume zwischen den Quarzkörnern von feinen Schüppchen eines farblosen lebhaft polarisierenden Glimmers eingenommen worden sind. Das Muttergestein scheint ein Sandstein gewesen zu sein, der durch Dynamometamorphose seine jetzige undeutlich blastosammitische Reliktstruktur erhalten hat. Petrographisch stimmt er z. B. mit (418) sehr gut überein.

Dieser Quarzit bildet die Kiesmassen bei Kamsang-Schärlung und nördlich davon bis nach dem Lagerplatz 150, und man darf mit Sicherheit annehmen, dass er unter diesen Massen lokalen Verwitterungsmateriales fest ansteht..

**345. Gelber Kalksinter.**

Südlich des Lagers 150 anstehend.

**346. Roter, verwitterter quarzporphyrischer Liparit.**

Fragmente des braunroten Jaspis (347) umschliessend.

Anstehend südlich des Lagers 150.

**347. Braunrote Jaspisbreccie.**

Eckige Fragmente einer braunroten Jaspis, von Quarz verkittet. Das Gestein zeigt eine undeutliche Schichtung, bestehend aus abwechselnd feinkörnigen und etwas grobkörnigeren Lagen. Die groberen zeigen eine Einmischung grosserer Quarzkörner, von 0.06—0.2 mm Durchmesser, in der ausserst feinstruierten, aus winzigsten Quarzpartikeln bestehenden Hauptmasse. Die feinkörnigeren Schichten bestehen ausschliesslich aus solchen fast submikroskopischen Quarzpartikelchen, so winzig klein, dass ihre Einwirkung auf das polarisierte Licht ausserst schwach wird. In dieser Masse sieht man kleine, runde, dunklere Körper, die in einigen Fällen *Radiolarien*-Struktur zeigen, sowie opake *Erzkörner*, oft Kristallskelette bildend, und einen rotlichen Staub von *Eisenoxyd*.

Das Gestein ist als ein ursprünglicher Radiolarienschlick mit mehr oder weniger reichlicher Einmischung terrigenen Materiales, Quarzkörner, zu bezeichnen. Durch Pressung wurde das Gestein zu eckigen Fragmenten gequetscht mit fast vollständig getilgter Radiolarienstruktur. Es bildet die rote Felsenecke unterhalb des Lagers 150.

**348. Hell grünlichgrauer, phyllitischer Schiefer.**

Matt seidenglänzender Schiefer mit feiner Fältelung als Lagen abwechselnd mit dünnen Schichten oder Linsen etwas grobkörnigeren Materiales. Identisch mit (338), (322) etc., präeo-cän wie diese.

Am Sudfuss des Targo-gangri.

(349. Fehlt in der Sammlung.)

**350—359.** Blöcke aus den Detrituskegeln am Fusse des Targo-gangri (zwischen den Lagerplätzen 150 und 151), stammend von den höheren Teilen der Gebirgskette. — (350), (355),



(358) und (359) sind **quarzporphyrische Liparite** mit besonders gut ausgebildeten *Quarzeinsprenglingen*, Dihexaëdern mit Prisma, in einer vollständig umkristallisierten Grundmasse, die auch als Resorptionsbuchten in die Quarzkristalle hineingestulpt worden ist. — (351) und (353) sind dunkle, graulich blaue **phyllitische Schiefer**. — (352) = stark verwitterter **Schriftgranit**. — (354) und (356) = graue, feinkörnige **Quarzite**. — (357) fehlt in der mir gesandten Gesteinsammlung.

**360.** Bläulich grauer, **quarzitischer Sandstein**.  
Anstehend bei Scharma, südlich des Lagers 151.

**361.** Stark verwittertes **Porphyrgestein**.  
Scheint identisch mit (339) zu sein. Anstehend zusammen mit (360).

**362.** Rötlich grauer **Hornblendegranit** oder **Quarzbiotitdiorit**.  
Das Gestein gehört zu derselben Gesteinsgruppe wie (262) etc.  
Anstehend südlich des Lagers 151.

**363.** Gelblicher, loser **Sandstein**.

Das Gestein besteht aus abgerundeten oder eckigen, unregelmässig polyëdrischen Quarzsplitterchen von ungefähr 0.2 bis 0.3 mm Durchmesser. Der Quarz ist glasklar. Zwischen den Quarzkörnern, zuweilen Quarzsplitterchen umschliessend, sieht man runde oder unregelmässig eckige Partien einer feinkristallinen Masse, die der Grundmasse der Gang- und Ergussgesteine des Transhimalaya sehr ähnlich ist. Zu diesen Bestandteilen des Gesteins treten auch Splitterchen von Plagioklas, Mikrolin, Pyroxen, Hornblende und Turmalin.

Der Sandstein scheint allem nach auf Kosten der eocänen Eruptivformation der Gegend gebildet worden zu sein und ist folglich selber posteocän.

Anstehend bei Tsargham, südlich vom Schuru-tso, nördlich des Lagers 154.

**364.** Dunkelgrüner **quarzporphyritischer Dacit**.

Identisch mit (225), (233), (238) etc. Anstehend in der Nähe von Pagge-lungpa, nördlich des Lagers 154.

**365.** Dunkelgrüner **quarzporphyritischer Dacit**.

Identisch mit (364). Anstehend am nördlichen Aufgang zum Engpass 5,237 m ü. d. M., 2.4 Kilom. südlich des Lagers 154.

**366.** Bräunlich grauer **quarzporphyritischer Dacit** oder **quarzporphyrischer Liparit**.

In einer makroskopisch dicht aussehenden Grundmasse liegen Einsprenglinge von *Quarz*, *Plagioklas*, *Orthoklas* und *serpentinähnlichen* Umwandlungsprodukten. — Die Grundmasse, von schwach graulicher bis bräunlicher Farbe, scheint aus winzigen anisotropen Elementen, in einem isotropen Glasteig eingebettet, zu bestehen. Sie zeigt eine deutliche Mikrofluktuationsstruktur, die sich um die Einsprenglinge herumschmiegt, besonders deutlich bei Einlagerung von staubfeinen, braunen Körnern. — Die *Quarzeinsprenglinge* bilden regelmässig begrenzte Dihexaëder mit schmalem Prisma; sehr gewöhnlich sind magmatische Resorptionserscheinungen in der Form schlauchähnlicher Einstülpungen der Grundmasse. — Der *Plagioklas* bildet lange, schmale Tafeln, zusammengesetzt aus Zwillingen nach dem Albitgesetz; gemessenes Maximum ihrer zu  $M$  (010) symmetrischen Auslöschungsschiefe =  $20^\circ$ . Wenn dies das wirkliche Maximum ist

sollte der Plagioklas ein saurer *Andesin*,  $Ab^7An^4$ , sein. — Andere tafelige Feldspateinsprenglinge zeigen keine Zwillingslamellierung; ihre Spaltrisse nach *P* (001) auf *M* (010) sind scharf und dichtliegend. Diese sind als *Orthoklas* zu deuten. Seiner starken Verwitterung wegen ist es nicht immer möglich zu bestimmen, ob ein Plagioklas oder Orthoklas vorliegt, oder ob überhaupt der Plagioklas oder der Orthoklas reichlicher vorhanden ist. — Die grünen, serpentinenähnlichen Umwandlungsprodukte zeigen die allgemeine Form kurzer Augitsäulen.

Anstehend zusammen mit (365); als Schutt und kleinere Blöcke bis nach dem Lagerplatz 155, Angdschum.

### 367. Rotweisser, muscovithaltiger Quarzit.

Das Gestein besteht aus grosseren (bis zu 2 mm Durchmesser) und kleineren Quarzfragmenten mit eingemischten Nestern oder Schuppen von farblosem Glimmer. Die kleineren Quarzsplinter bilden Quetschzonen, Mortelkränze, zwischen den grösseren, oder die Struktur verdient den Namen Pflasterstruktur: gleichgrosse, unregelmässig polyëdrische, verzahnte Körner mit unduloser Auslöschung oder Druckzwillingen. — Die lebhaft polarisierenden Glimmerblättchen zeigen eine Parallelstreckung, wodurch eine schwach ausgeprägte Schieferigkeit hervorgerufen worden ist. In den Glimmernestern sowie auf Spalten des Gesteins liegen Ausscheidungen von braunrotem Eisenoxyd. — Es gibt im Quarzite keine ausgeprägten Kontaktminerale, weshalb es sich nicht mit Bestimmtheit sagen lässt, ob das ursprüngliche Sandsediment in Quarzit auch durch eine Kontaktmetamorphose umgewandelt wurde. Dass dasselbe einer starken Dynamometamorphose unterlag, geht aus dem betreffs der Struktur hier oben Gesagten hervor. Die im Ergussgestein (368) eingeschlossenen Fragmente von Quarzit ähneln vollständig den feinkörnigeren Partien des (367); man könnte somit anzunehmen wagen, dass dieser Quarzit ebenso wie die eingeschmolzenen Bruchstücke älter ist als die eruptive Formation, d. h. präeocän.

Anstehend zusammen mit (368), an der nördlichen Auffahrt zum Angdschum-la (5,643 m u. d. M.)

### 368. Graulich roter quarzporphyrischer Liparit oder quarzporphyritischer Dacit.

Die Grundmasse ist feinkristallinisch, zuweilen sphärolithisch, mutmasslich infolge sekundärer Umkristallisierung, mit Einsprenglingen von Quarzdihexaëdern und Feldspat tafeln, die eine starke sekundäre Trübung zeigen, wodurch die nähere Bestimmung des Feldspates unmöglich gemacht war. — Das Gestein steht offenbar in der nächsten Nähe des (366), kommt jedoch mutmasslich den Lipariten näher als dieses. In demselben liegen Fragmente eines Quarzites, der mit (367) identisch zu sein scheint.

Anstehend 3.2 Kilom. südlich des Lagers 155 am hinansteigenden Wege zum Engpasse Angdschum-la.

### 369. Stark verwitterter Porphyrit.

Die Grundmasse besteht aus feinen Plagioklasleisten in fluidaler Anordnung und opaken Körnern, zeigt somit eine pilotaxitische Struktur. In derselben liegen beinahe vollständig zu Kalkspat umgewandelte Plagioklaseinsprenglinge.

Lose Blöcke am Wege nördlich des Lagers 156

### 370. Grünlicher quarzporphyritischer Dacit.

Anstehend zusammen mit (367) und (368).

**371 (?)**. Gesprenkelter **Quarzit**.

Identisch mit (367). Kommt, wenn die Nummerbezeichnung richtig ist, als lose Blöcke längs dem aus Norden hinansteigenden Wege zum Angdschum-la vor, woselbst (368) anstehend aufgefunden wurde.

**372**. Roter **Sandstein**.

Loses Stück zusammen mit (369) etc.

**373**. Rötlicher, stark verwitterter **Dacit**.

Infolge weit gegangener Verwitterung unmöglich näher zu bestimmen. — Bildet eine kleine Felsenschwelle gleich südlich vom Angdschum-la.

**374**. **Quarzitkonglomerat**.

Das Gestein der Rollstücke ist identisch mit (367) und (371). Das Fallen ist nördlich. Aus einem kleinen Felsenhügel, gleich westlich des Fundortes des Dacites (373), westlich vom Angdschum-la und nördlich des Lagers 156, Kjam.

(375. Fehlt.)

**376**. Grünes, stark verwittertes **Porphyrgestein**.

Ohne geologische Feldobservationen lässt sich die wahre Natur des frischen Gesteins nicht bestimmen.

Anstehend in einer Felsenecke bei Angdschum-pu. nördlich des Lagers 156, Kjam.

**377**. Dünnblättriger, **phyllitischer Schiefer**.

Identisch mit (322), (338), (348) etc. Er ähnelt zum Verwechseln den kalkhaltigen, phyllitischen Juraschiefern aus der Gegend zwischen Karo-la und Nam-tso. mit denen ich, dank dem Entgegenkommen des Herrn Superintendenten H. HAYDEN, die Schiefer der HEDIN'schen Sammlung direkt vergleichen konnte.

Anstehend nahe Te-lung, 3 Kilom. südwestlich vom Angdschum-la; das Fallen 82° gegen N.

**378**. Graugrüner **quarzporphyritischer Dacit**.

Sehr nahe stehend, wenn nicht ganz identisch, mit (364). Fest anstehend 5,5 Kilom. nördlich des Lagers 156, Kjam. — Südlich von (378) wurde ein schwarzer Schiefer, der mutmasslich mit (377) identisch ist, anstehend angetroffen.

**379**. Gelblicher **quarzporphyritischer Dacit**.

In einer holokristallinen, mikrofelsitischen Grundmasse von *Quarz*, *Feldspat* und *Glimmer* liegen Einsprenglinge von *Quarz*, *Plagioklas*, *Orthoklas* und *Biotit*. — Die *Quarzeinsprenglinge* zeigen Dihexaëderform mit schmalem Prisma; magmatische Resorptionsschläuche mit Einstulpungen der Grundmasse sind nicht ungewöhnlich. — Die *Plagioklaseinsprenglinge*, tafelförmig nach *M* (010), scheinen, nach ihren optischen Charakteren zu urteilen, aus basischem *Oligoklas*.  $Ab^2An^1$ . zu bestehen. Andere Feldspate sind einheitlich gebaut und durften als *Orthoklas* zu deuten sein, obwohl bei der starken Glimmerumwandlung der Feldspate es sehr schwierig ist, in jedem Spezialfall zu bestimmen, ob Orthoklas oder Plagioklas vorliegt. — Die Biotittafeln zeigen gewöhnlich eine Chloritisierung unter Ausscheidung opaker Erzkörner.

Anstehend in einem kleinen Felsenhügel am Ljang-lung nahe Ngingri-hloän, 4,6 Kilom. nördlich des Lagers 157 am Amtschok-tso.

**380. Weissgrauer, feinkorniger Alkalikalkgranit.**

Das Gestein besteht aus *Mikroclin*, *Plagioklas* und *Quarz* sowie, in sehr untergeordneter Menge, aus *Muscovit* und *Magnetit*.

Der *Mikroclin* zeigt typische Gitterstruktur und setzt sich aus Karlsbader- und Bavenoer-Zwillingen zusammen. Im Schnitt mit zentral austretender Bisectrix  $c$  ist die Auslöschungsschiefe zu den gut ausgebildeten Spaltrissen nach  $P(001) = 5^\circ$ , weshalb der Mikroclin ein reiner Kalifeldspat zu sein scheint. Auf derselben Schnittfläche kommt eine feine Streifung in  $72^\circ$  gegen  $P(001)$  zum Vorschein, jedoch ohne wahrnehmbare mikroperthitische Albiteinlagerungen. — Der *Plagioklas*, zusammengesetzt aus Zwillingen nach dem Albitgesetz, zeigt eine maximale Auslöschungsschiefe zu  $12^\circ$  gegen  $M(010)$ ; demnach ein *Oligoklas*,  $Ab^{72}An^{28}$ , da nämlich, der Lichtbrechungsgrosse des Plagioklases relativ zu derjenigen des Quarzes nach zu urteilen, dieser Auslöschungswinkel negativ (SCHUSTER) sein muss. — Im Quarz sieht man zu Reihen oder Bändern geordnete Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglicher Libelle.

Eine volumetrische Bestimmung der Mineralbestandteile des Gesteins ergab folgende Werte:

Mikroclin . . . . .	39	Volum %.
Plagioklas . . . . .	$23\frac{1}{2}$	» »
Quarz . . . . .	$36\frac{1}{2}$	» »
Muscovit, Magnetit . . . . .	1	» »

Die Struktur ist eine gewöhnliche Granitstruktur, jedoch mit Tendenz des Quarzes zu selbständiger Begrenzung.

Anstehend am Südstrande des Amtschok-tso, in der Nähe des Lagers 157.

**381. Grauer, grobkorniger, porphyrtiger Quarzbiotitdiorit (Hornblendegranit).**

Das Gestein stimmt sehr nahe mit (297), (301) etc. überein.

Anstehend zusammen mit dem saureren Granit (380).

**382. Grauer Quarzbiotitdiorit (Hornblendegranit).**

Identisch mit (262), (297), (381) etc. Lose Blöcke nordöstlich des Lagers 158, Serme-lartsa.

**383. Rotes Porphyrgestein.**

Loser Stein zusammen mit (384) und (385).

**384. 385. Weissgrauer, feinkorniger Alkalikalkgranit.**

Identisch mit (380). Lose Blöcke auf und n. von dem Passe Saó, zwischen den Lagern 158 und 159.

(386 fehlt in der Sammlung.)

**387. Grauschwarzer, dichter sandiger Kalkstein.**

Die Hauptmasse des Gesteins besteht aus winzigen *Kalkspat*partikeln mit eingestreuten eckigen *Quarz*splitterchen von ungefähr 0.04 mm Durchmesser (einzelne erreichen eine Grösse von 0.2 mm); dazu treten vereinzelte *Feldspat*fragmente von der Grösse der Quarzkörnchen, sowie kleine *Glimmerschuppen* und opake Körner oder Staubpartikeln.

Anstehend 9 Kilom. nordnordöstlich des Lagers 159, Tsarok. Das Fallen  $75^\circ$  gegen O.  $40^\circ$  S.

(388 fehlt in der Sammlung.)

**389. Grauer Augitdioritporphyr.**

In der mikrogranitischen Grundmasse liegen Einsprenglinge von *Plagioklas* und umgewandeltem *Augit*. — Die Grundmasse besteht aus *Quarz* und trübem *Feldspat*, der nur ausnahmsweise eine Zwillingslamellierung zeigt. — Die Plagioklaseinsprenglinge setzen sich aus Zwillingen nach dem Albitgesetz zusammen. Gemessenes Maximum ihrer zu *M*(010) symmetrischen Auslöschungsschiefe = 20°, saurer *Andesin*, Ab/An<sup>4</sup>. — Einige seltene Einsprenglinge zeigen die allgemeine, kurz säulenförmige Form des *Augites*, sind aber vollständig in grüne, faserige Aggregate von Chlorit, in Epidot und Titanit umgewandelt. — Einzelne Apatite und opake Erzkörner kommen ab und zu vor.

Anstehend 5.6 Kilom. nordöstlich des Lagers 159, Tsarok.

**390. Dunkler, stark kalkhaltiger Schiefer.**

Die Gesteinsmasse setzt sich aus dünnen Schichten, abwechselnd grob- und feinkörnigere, zusammen. Die gröberen Schichten bestehen aus eckigen *Quarz*- und *Feldspat*fragmenten (sowohl *Plagioklas* wie *Orthoklas*) von 0.03 bis 0.06 mm Durchmesser, trüb grauen *Kalkspat*-aggregaten oder klaren *Kalkspat*individuen ungefähr von derselben Grösse wie die soeben erwähnten *Quarz*- und *Feldspat*splitter oder grösser als diese; dazu treten *Glimmerschuppen*, einzelne *Zirkon*körner und *Turmalin*splitterchen sowie *chloritische* Aggregate. Diese Fragmente liegen in einer mit *Kalkspat* imprägnierten Schiefermasse. Die feinkörnigeren Schichten zeigen dieselben Bestandteile, nur dass diese hier feiner zertrümmert sind. — Spuren einer Metamorphose, sei es *Dynamo*- oder *Kontaktmetamorphose*, sind nicht wahrgenommen worden. Das Gestein stimmt petrographisch z. B. mit (387) sehr gut überein, hat jedoch einen grösseren Tongehalt und kleineren Gehalt an *Kalkspat* als dieses; seine gröberen Schichten ähneln sehr (397), (400) etc.

Anstehend 3.2 Kilom. nordöstlich von Tsarok, Lagerplatz 159; das Fallen 20° gegen NO. Dasselbe Gestein kommt auch weiter südwärts mit demselben Fallen und Streichen vor.

**391. Grauer, sandiger Kalkstein oder kalkreicher Sandstein.**

Ganz identisch mit den grobkörnigeren Schichten des (390), mit (387) etc., nur etwas grobkörniger als diese; die Splitterchen erreichen eine Grösse von 0.16—0.25 mm.

Anstehend nahe dem Tange-la, östlich des Lagerplatzes 160, kleine Felsenschwellen bildend, mit dem Fallen 50° gegen S. 30° O. Weiter westwärts stehen die Schichten auf dem Kopf, streichend W. 20° N.—O. 20° S.; hier sind die Felsenschwellen niedriger, erheben sich nur unbedeutend über die Bodenfläche.

**392. Dunkelgrüner Peridotit (Lherzolith).**

Das Gestein besteht aus grossen Individuen von *Olivin* mit den für dieses Mineral charakteristischen, mit faserigen *Serpentin*aggregaten erfüllten Sprüngen; in den Maschen sind noch Reste frischen Olivines vorhanden. Übrige Konstituenten sind heller *Bronzit* mit dicht gelegenen Spaltrissen nach dem Prisma und heller, *monokliner Pyroxen* in sehr untergeordneter Menge.

Dieser Lherzolith bildet einen Teil der im Brahmaputratal und westlich davon sehr verbreiteten ultrabasischen Eruptivformation, von welcher weiter hier unten mehrere wichtige Vorkommnisse erwähnt werden sollen; ich verweise z. B. auf (686).

Anstehend nahe der Einmündung des Schalung in den Ragha-tsanpo, gleich östlich des Lagerplatzes 160.

**393, 394. Grauer, sandiger Kalkstein oder kalkreicher Sandstein.**

Identisch mit (391). Anstehend östlich des Lagers 161. Das Fallen 59° gegen N. 3° O.

(395<sup>2</sup>. Die Nummerbezeichnung ist sehr unsicher.)

**396. Grauer, sandiger Kalkstein.**

Stimmt mit (391) etc. sehr gut überein. Das Gestein bildet kleine Felsenhugel in den Abhängen der linken Talseite, östlich des Lagerortes 162. Das Fallen 24° gegen S.

**397. Rotblonder, feinkorniger, kalkhaltiger Sandstein.**

In einer feinstruierten, schieferigen Masse, mit denselben Charakteren wie z. B. denjenigen des phyllitischen, calcitreichen Schiefers (400), liegen Bruchstücke von *Quarz*, *Feldspat* und *Glimmer*, sowie Calcitaggregate und -individuen. — Der *Quarz* bildet unregelmässig scharfeckige Fragmente, deren Grösse zwischen 0.05 und 0.20 mm wechselt. Auch der *Feldspat* bildet eckige Körner von derselben Grösse wie die Quarzkörner; er besteht hauptsächlich aus *Plagioklas*, zuweilen aus *Orthoklas* oder *Mikroclin*. An Menge tritt der Feldspat gegen den Quarz immer stark zurück. Der Calcit bildet, ausser feinkörnigen Impragnationen der Schiefermasse, feinstruierte Aggregate oder einheitliche Individuen von der Grösse der übrigen Gemengteile und mit diesen vermischt. — Dieser Sandstein kann als ein (391), (393), (396) etc. mit geringerem Calcitgehalt charakterisiert werden.

Anstehend auf dem Passe Ravak-la, zwischen den Lagerorten 162 und 163. Das Fallen 45° gegen N. 10° W.

**398. Rotblonder, feinkörniger, kalkreicher Sandstein.**

Identisch mit (397). Lose Blöcke im Kitschungtal, östlich des Lagerortes 164.

(399 fehlt in der Sammlung.)

**400. Graugrüner, fester, phyllitischer Schiefer.**

Von der feinstruierten Schiefermasse heben sich kleine Quarzsplitterchen von ca. 0.02 mm Durchmesser ab. Das Gestein zeigt schöne Faltungen, die sich oft als Verwerfungen aufgelöst haben. Die Risse sind durch Quarz und Kalkspat ausgeheilt worden.

Anstehend zusammen mit (401) auf dem Passe Kitschung-la, östlich des Lagers 164; das Fallen 78° gegen S. 3° O.

**401. Grauer Sandstein.**

Das Gestein besteht fast ausschliesslich aus *Quarzkörnern* mit vereinzelt Körnern von *Zirkon* und *Turmalin* sowie farblosen *Glimmerblättchen*.

Die grösseren Quarzkörner, derer Durchmesser bis auf 1.5 mm ansteigen kann, sind gut abgerundet, abgerollt, und hegen zu Reihen und Bändern angeordnete Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglicher Libelle; ihre Auslöschung ist einheitlich, zuweilen undulös. Zwischen diesen grösseren liegen andere kleinere Quarzkörner oder -splitterchen, und, mehr oder weniger reichlich in verschiedenen Partien, eine dem Schiefer (400) ähnliche feinkristallinische Zwischenmasse. Steht zusammen mit (400) an.

**402. Grauer, feinkörniger Kalkstein.**

Das Gestein besteht aus einem feinen Calcitmehl, in gewissen Partien zu feinstruierten Calcitaggregaten umkristallisiert und von weissen Calcitadern durchsetzt.

Anstehend östlich vom Lagerort 164. Das Fallen 78° gegen W. 20° S.

**403. Braunroter Diabas.**

Die Gesteinsmasse besteht aus langen, schmalen Plagioklasleisten, zwischen denen ab und zu vereinzelte Augitmikrolithe zum Vorschein kommen; gewöhnlich werden ihre Zwischenräume von opaken Trichiten in wirrer Anordnung oder von einer kaum zu entwirrenden feinkristallinen Masse ausgefüllt. Unregelmässige Hohlräume sind durch Kalkspatsekretionen verstopft.

Unter den mir bekannten Gesteinen gibt es keines, dem (403) näher ähnelt als dem in und auf dem jüngsten Gotlandien bei Fruålid in Skåne erstarrten Diabas.

Anstehend östlich des Lagerortes 164.

**404. Graugelber, feinkörniger, kalkspathaltiger Sandstein.**

Identisch mit (363) etc. Anstehend wo eine Talfurche von rechts in den Ragha-tsanpo einmündet, östlich des Lagers 164. Das Fallen 72° gegen S. 30° W.

**405, 406. Gelblich grauer, feinkörniger, kalkspatreicher Sandstein oder quarzreicher Kalkstein.**

Das Gestein ist identisch mit (404) etc. mit dem einzigen Unterschied, dass der Quarzgehalt hier auf ungefähr 25 Volumprozent gesunken ist unter gleichzeitigem Steigen des Kalkspatgehaltes; auch scheint die Grösse der Quarzkörner abgenommen zu haben, durchschnittlich 0.02—0.10 mm. Durchmesser.

(405) anstehend etwas westlich von (404), gleich beim Lager 164; das Fallen 60° gegen W; (406) weiter westwärts, westlich des Lagers 164; das Fallen 19° gegen N. 22° O.

**407. Grauweißer Quarzbiotitdioritporphyr.**

Stark verwittertes loses Stück; östlich des Lagers 165.

Unterhalb der Mündung des Rungtjungtales wurde ein stark gefalteter Schiefer angetroffen, dessen Hauptlage konkordant mit (406) ist, um weiter westwärts das Fallen 20° gegen N. zu zeigen.

**408. Dunkelgrüner Sandstein (Konglomerat).**

Das Gestein besteht aus Bruchstücken verschiedener Gesteine und Mineralien mit Imprägnationen von sekundärem Calcit. Die Grosse jener ist bedeutenden Schwankungen unterworfen: kleine Splitterchen von 0.02 mm und Körner von 1.5 mm Durchmesser. Die grosseren sind oft etwas abgerollt, linsenförmig, sonst scharfeckig. Die Fragmente bestehen aus:

*Quarzdiortitporphyr*, eine mikrogranitische Grundmasse mit Einsprenglingen von *Plagioklas* und *Quarz*;

*Pilotaxitische Grundmasse*;

*Schiefer*, dünne Scheibchen;

*Quarz*, mit Resorptionsbuchten, ausgefüllt von Grundmasse;

*Feldspat*, hauptsächlich *Plagioklas*;

*Biotit*, *Magnetit* etc.

Das Gestein kann demnach als ein zerbröckelter, etwas umgelagerter Quarzdioritporphyrat bezeichnet werden; ist dann jünger als diese eocäne Formation der Gegend, d. h. posteocän. Fest anstehend nördlich des Lagerplatzes 164. Das Fallen  $42^\circ$  gegen N.  $27^\circ$  O.

**409. Dunkelgrauer, kalkhaltiger Schiefer.**

Anstehend nördlich des Lagers 164.

**410. Sandiger Kalksinter.**

Unterhalb Kanglung-tsaigha, nordöstlich des Lagerortes 165. Hier fanden sich bis vor Kurzem heisse Quellen; diese sollen, wie behauptet wurde, ganz neulich vom Fluss zerstört worden sein.

**411. Dunkelgrüner Sandstein (Konglomerat).**

Identisch mit (408). Allgemein verbreitet als lose Steine im Kies des Talbodens, n.ö. vom Lagerplatz 165.

**412. Dunkelgrauer Bändersandstein.**

Das Gestein besteht abwechselnd aus helleren und dunkleren Schichten. Die helleren stimmen sehr nahe z. B. mit (408) überein, obwohl feinkörniger als dieser Sandstein. Die dunkleren bestehen aus einer feinstruieren Schiefermasse mit winzigen Quarzsplittern und imprägniert von rostgelbem *Eisenhydroxyd*. Ab und zu treten unregelmässige *Picotit*- und *Serpentin*-partien auf, den Umwandlungsprodukten der ultrabasischen Eruptivformation des Brahmaputra-ales ähnlich.

Anstehend in der nächsten Nahe von Tobo-nakbo, nordöstlich des Lagers 165; das Fallen  $70^\circ$  gegen S.  $10^\circ$  W.

**413. Grauer Schiefer mit sandigen Zwischenlagen.**

Die groberen, sandigen Schichten sind dem unter (401) beschriebenen Gestein vollständig ähnlich. In den Schieferlagen sinkt der Quarzgehalt und die Grösse der Quarzkörner; diese liegen hier in einer reichlichen, parallelstruieren Schiefermasse eingebettet. Das Gestein bildet offenbar eine im grossen und ganzen feinkörnige Variation von (397), (401) und von den übrigen hier oben erwähnten mit diesen identischen, psammitischen Sedimenten.

Anstehend im Talboden zwischen den Lagerorten 165 und 166, abwechselnd mit (414). Das Fallen  $66^\circ$  gegen N.

**414. Grauer, feinkörniger Sandstein.**

Das Gestein bildet eine Varietät von (413), etwas grobkörniger als dieses, in Schichten, die mit diesem abwechseln. Es setzt sich aus unregelmässig eckigen Splitterchen, deren Durchmesser zwischen 0.06 und 0.1 mm wechselt, von *Quarz*, *Oligoklas* und *Orthoklas* sowie einzelnen *Zirkon*-, *Turmalin*- und *Erzkornern* zusammen. Zwischen diesen Bestandteilen liegen stark trübe Partien verwitterter Feldspate oder einer feinkristallinen Masse von dem Aussehen der Hauptmasse des phyllitischen Schiefers (400). Dazu erscheinen noch schuppige Aggregate von Glimmer, Chlorit oder Calcit. Einige Turmaline bilden regelmässig begrenzte Säulen mit c = farblos, a = gelb und scheinen authigen zu sein, was eine Piëzokontaktmetamorphose des präeocänen Sedimentes beweisen sollte.



**415. Bräunlicher, quarzitischer, schieferiger Sandstein.**

Die Hauptmasse besteht aus einem feinstruieren, phyllitischen Schiefer, der noch stärkere Umkristallisierung aufweist als im Sandstein (414), und aus einer feinkristallinen Mischung von Quarz, oft mit Glimmernadelchen oder -blättchen verwachsen. Diese Zwischenmasse verwächst so intim mit den grösseren Quarz- und Feldspatfragmenten, dass ihr Rand wie verzahnt erscheint. Bei der Umkristallisierung dieser Schiefermasse ordneten sich die Bestandteile parallel zu einander an, eine Kristallisationsschieferung hervorruhend. In der Masse sieht man kleine, oft ganz idiomorphe Turmalinkristalle, die ohne Zweifel als authigene Bildungen anzusehen sind und zusammen mit der gestreckten Struktur eine Piëzokontaktmetamorphose des früheren Sedimentes andeuten.

Anstehend gleich südlich des Lagers 166; das Fallen 45° gegen S. 40° O.

**416. Grauer Sandstein (Konglomerat).**

Identisch mit (408); auf Kosten der porphyrischen, eocänen Eruptivmassen der Gegend entstanden.

Anstehend nördlich des Lagers 167; das Fallen 29° gegen O. 22° S.

**417. Schwarzer, gehärteter Schiefer.**

Die Absonderung ist unregelmässig polyëdrisch, und das ganze Aussehen der Schiefers ähnelt demjenigen gebrannter Tonschiefer. In den Kiesanhäufungen am Wege zum Lager 167, nördlich davon.

**418. Weisser, quarzitischer Sandstein (Taf. VII, Fig. 6).**

Das Gestein besteht aus gewöhnlich abgerollten *Quarzkörnern* mit einer minimalen Ver kittungsmasse von Quarzpartikelchen und Glimmerschuppchen, die Quarzkörner können zuweilen eine schwache Verzahnung zeigen. Ihre Grösse kann bis zu 1.5 mm ansteigen. Die Ausloschung beweist nur in einzelnen Fällen mechanische Deformationen. Neben den Quarzkörnern kommen vereinzelt Zirkone und opake Erzkörner vor.

Das Gestein stimmt sehr gut mit (214) überein, obwohl es nicht so deutliche Pressungserscheinungen, so ausgeprägte Umkristallisation wie dieses zeigt. Es stimmt weiter sehr gut mit (344) überein und kann ebenso wie dieses als ein durch Druck metamorphosierter Sandstein mit ziemlich gut erhaltener blastopsammitischer Reliktstruktur angesehen werden. Es ähnelt schliesslich in hohem Grade (477), (601), (665) etc. Herr Superintendent HAYDEN, dem ich diese Probe übersandte, hatte die Güte mir zu schreiben: »might possibly Jurassic«.

Der Sandstein bildet die nahe Kjarkjä-tagmar hervorstehende Felsenecke, nördlich des Lagers 167. Das Fallen 53° gegen N. 23° O.

**419. Grauer, kalkhaltiger Sandstein.**

Dem hier oben beschriebenen (391) sehr ähnlich.

Anstehend in der ersten Felsenecke nach links westlich des Lagers 167; das Fallen 30° gegen N. 35° O.

**420. Bräunlicher, quarzreicher Kalkstein.**

Identisch mit (396). Anstehend etwas westwärts von (419) mit dem Fallen 20° gegen N. 20° O.; weiter nach Westen hin zeigt die Gesteinsmasse schöne Faltungen mit der Streichungsrichtung W. 30° N.—O. 30° S.

**421. Grünlich grauer Kalkschiefer.**

Das Gestein besteht aus feinstruiertem Kalkspataggregat mit eingelagerten kleinen Quarzstreifen, durch deren zu einander parallele Anordnung eine gewisse Schieferigkeit hervorgerufen wird.

Anstehend nahe Tusäng-to, 6 Kilom. östlich des Lagers 168, unter dem Fallen 57° gegen N. 30° O

**422. Dunkelgrauer, bei Verwitterung bräunlicher Sandstein.**

Das Gestein ist vollkommen identisch mit (414), (415). Anstehend am Wege zum Lagerort 68. 3.2 Kilom. östlich davon. Das Fallen 73° gegen W. 30° S.

**423. Milchweisser Quarz.**

Gang im Schiefer auf dem Engpasse Älung-tangna, 800 m östlich des Lagers 168.

**424, 425. Graulich weisser, quarzitischer Sandstein.**

Identisch mit (418). Aus einem Felsenvorsprung am linken, nördlichen Ufer des Brahmaputra in der nächsten Nähe des Lagers 168. Das Fallen 10° gegen N.

**426. Gruner Schiefer.**

Das Gestein setzt sich aus serpentin- und bastitartigen Umwandlungsprodukten von Olivin und Pyroxen sowie aus Erzkörnern mit breitem Leukoxenrand und feinschuppigen Aggregaten von Glimmer und Quarz zusammen. Das Muttergestein war offenbar ein Peridotit, ungefähr von der Zusammensetzung des (392), und der Schiefer muss als posteocän angesehen werden.

Anstehend in einer Felsenecke, genannt Tögden, 1 Kilom. östlichen des Lagers 169, Takbur.

**427, 428. Gruner Schiefer.**

In einer feinstruierten Schiefermasse liegen Linzen oder ausgezogene Streifen einer schuppigen oder faserigen, bastitähnlichen Substanz mit kleinen frischen Resten des ursprünglichen Bronzites, der genau dieselben Eigenschaften zeigt wie der Bronzit des Peridotits der Gegend. Der Schiefer ist offenbar auf Kosten eines solchen eocänen Peridotites entstanden und demnach selber posteocän. Identisch mit (426).

Anstehend in einem kleinen Felsenhügel auf dem Passe Takbur-la (5,066 m u. d. M.), etwas über 1 Meile südwärts vom Lager 170. Saka-dsong.

**429. Grauer, phyllitischer Schiefer.**

Schiefer mit starkem Seidenglanz auf den Schichtflächen, die eben und dicht gelegen sind. Identisch mit (431).

Anstehend nördlich vom (427).

**430. Hell graugruener Schiefer mit Quarzitlinsen.**

Anstehend zusammen mit (429).

**431. Blaulich grauer, phyllitischer Schiefer.**

Das Gestein ist den Schiefen (429), (338) zum Verwechseln ähnlich, seidenglänzend mit ebenen Schichtflächen.

Anstehend gleich nördlich des Passes Takbur-la; das Fallen 23° gegen S.

**432. Milchweisser Quarz.**

Quarznest in Schiefer. Lose Blöcke zusammen mit (433).

**433. Dunkelgruner, phyllitischer Schiefer.**

Petrographisch mit (249), (429), (431) etc. identisch. Er bildet somit ein präeocänes Sediment, das durch eine Piezokontaktmetamorphose von den eocänen Eruptionen und den gleichzeitigen Gebirgsfaltungen des Transhimalaya umgewandelt wurde.

Lose Blöcke längs dem ganzen Abhang des sich sanft abdachenden Tales. 6 Kilom. südwestlich des Lagers 170, Saka-dsong. In der Talmündung selbst bildet der Schiefer eine niedrige Felsenschwelle mit dem Fallen 46° gegen S. 30° O.

**434. Gelbgraue Breccie von phyllitischem Schiefer.**

Seidenglänzender Schiefer, identisch mit (431), (433) etc., in unregelmässigen, eckigen Stücken, die durch Quarz verkittet sind.

Die Breccie wurde in einem wenig hervortretenden Felsenhugel aufgefunden. 5 Kilom. südwestlich des Lagers 170, Saka-dsong.

**435. Grungrauer, seidenglänzender, phyllitischer Schiefer.**

Identisch mit (431), (429) etc. Anstehend westlich von Saka-dsong; das Fallen 43° gegen S. 40° O.

**436. Weisser Quarz.**

Quarznest in (435); cf. (432).

Weiter westwärts, in der Nähe des Lagerortes 171, ändert sich die Lage dieser Schiefer, so dass das Fallen hier 60° gegen S. 40° W. beträgt.

**437, 438. Dunkelgrauer Glimmerschiefer mit Nestern von Weissem Quarz.**

Grobkörniger als (431), sonst mit diesem Schiefer identisch. Anstehend an der Felsenecke Tschoro-dong, südöstlich des Lagers 171; das Fallen 16° gegen O. 20° N.

**439. Graues, pleistocänes Konglomerat.**

Das Gestein besteht aus abgerollten Stücken von bis zu 4.5 mm Durchmesser aus verwitterten Ergussgesteinen, kalkhaltigem Tonschiefer, dichtem, dunklem Kalkstein etc.; dazu treten noch Fragmente aus Quarz und Biotit; das Ganze liegt in einer kristallinen Masse von grossen Kalkspatindividuen. — Das Konglomerat macht den Eindruck eines sehr jungen Gesteins. Es bildet eine fast horizontal liegende Scholle, die im Grossen und Ganzen unter 15° gegen S.W. abfällt.

Die Probe wurde südlich des Lagers 172 geschlagen und bildet, allem nach zu urteilen, eine Partie der als pleistocän bekannten Ablagerung, die weiter unten aus der Gegend zwischen dem Manasarovar und Rakas-tal beschrieben werden soll; cf. (650).

**440. Gelbgrauer, schieferiger, kristallinischer Kalkstein.**

Identisch mit (441). Anstehend zusammen mit (439), südlich des Lagers 172.

**441. Grauer, schieferiger, kristallinischer Kalkstein.**

Das Gestein besteht aus langgestreckt scheibenförmigen Kalkspatindividuen, derer Länge 1 mm nicht überschreitet. Durch die gegenseitig parallele Anordnung dieser Scheiben bekommt

das Gestein eine deutlich ausgeprägte Kristallisationsschieferung. In der Gesteinsmasse sieht man einzelne Quarzsplitterchen.

Anstehend in einem steilen Felsenvorsprung bei Aghar-dschaghar, 1.5 Kilom. nordwestlich des Lagerortes 172, mit dem Fallen  $12^\circ$  gegen S.  $30^\circ$  W. Dasselbe Gestein wurde auch weiter westwärts bei Samijang angetroffen mit dem Fallen  $60^\circ$  gegen N.  $10^\circ$  O.

**442. Grauer Mesogneissquarzit** (Taf. V, Fig. 3).

Das Gestein besteht aus *Quarz*, *Orthoklas*, *Hornblende*, *Muscovit*, *Biotit*, *Magnetit*, *Apatit* und *Turmalin*. — Der *Quarz* bildet polygonale, nicht verzahnte Individuen, alle von ungefähr derselben Grösse, 0.20—0.35 mm, oft in eine Richtung ausgezogen. Die Auslöschung normal, nicht undulös. Zusammen mit den Quarzen kommt ab und zu ein einheitlich struierter *Orthoklas* vor mit scharfen, dicht gelegenen Spaltrissen auf *M* (010) nach *P* (001). Zwischen diesen Bestandteilen liegen dünne Schuppen eines farblosen *Muscovites*, gemischt mit ähnlichen Schuppen eines gelben resp. braunen *Biotites*, der jedoch immer an Menge gegen den *Muscovit* stark zurücktritt, sowie schmale Stengel blassgrüner, resp. gelber *Hornblende* und schmale hemimorphe, im Querschnitt neunseitige Kristalle von *Turmalin*, dessen *c* farblos oder schwach grünblau, *a* tiefblau ist. Der *Turmalin* ist offenbar authigen. Dazu treten auch regelmässige *Magnetit*- und *Apatit*kristalle. Alle diese gestreckten Mineralspecies liegen in derselben Richtung angeordnet, parallel der längsten Achse der Quarze, und dadurch eine deutlich ausgeprägte Kristallisationsschieferung hervorrufend. — Kataklastische Erscheinungen sind nicht wahrgenommen worden; die Umkristallisation überwiegt. Hieraus geht hervor, dass die Metamorphose nicht in der obersten, sondern in der mittleren Tiefenstufe (GRUBENMANN) vor sich gegangen ist. Der Gesamtcharakter der Kontaktminerale (*Turmalin*, *Glimmer*) und die Kristallisationsschieferung geben an, dass der Umwandlungsvorgang als eine Piëzokontaktmetamorphose charakterisiert werden kann. Das von der Metamorphose betroffene Sediment sollte folglich präcoëcan sein.

Anstehend in der nächsten Nähe des Lagers 173.

**443—445. Grauer, seidenglänzender, phyllitischer Schiefer** mit Quarznestern.

Der Schiefer ist petrographisch mit (338), (431) etc. identisch. (443) wurde anstehend beim Lager 174 angetroffen; das Fallen  $11^\circ$  gegen S.; (445) steht 5 Kilom. westlicher an mit dem Fallen  $55^\circ$  gegen S.  $35^\circ$  W.; (444) bildet ein Quarznest im Schiefer.

**446 und 448. Grauer, quarzitischer Sandstein.**

Das Gestein besteht aus abgerollten Quarzkörnern von 0.5—0.8 mm Durchmesser und zwischen diesen gelegenen kleineren, eckigen Fragmenten von Quarz, Mikroklin und (seltenem) Plagioklas; dazu treten einzelne Turmaline, Glimmerschüppchen und Chloritaggregate. Diese Bestandteile werden durch eine minimale feinkristallinische Quarzitschiefermasse cementiert, von demselben Aussehen wie die Verkittungsmasse des quarzitischen Sandsteins (418), mit welchem (446) und (448) auch in anderen Beziehungen grosse Ähnlichkeiten aufweisen.

Anstehend 1 Kilom. nordwestlich des Lagers 175 in einer Felsenecke nahe dem Tale Lublung; das Fallen ist nördlich.

(447. Stuck eines grossen **Bergkristalles** von unbekanntem Fundorte.)

**449. Dunkelbrauner, sandiger Schiefer** mit helleren Zwischenbändern.

Die Hauptmasse bildet eine äusserst feinkristallinische Mischung von Quarzpartikelchen und Glimmerschüppchen mit schieferiger Textur, umschliessend eckige Fragmente von Quarz

und in schuppige Glimmeraggregate umgewandeltem Feldspat sowie grossere Partien eines faserigen, lebhaft polarisierenden, glimmerähnlichen Minerals und einzelne idiomorph begrenzte Turmalinsäulchen, offenbar authigenen Ursprungs. Im allgemeinen ist die Gesteinsmasse von staubfeinem, rotbraunem Eisenoxyd imprägniert, fast undurchsichtig; einige schmale Bänder sind nicht imprägniert, graulich. — Der Schiefer scheint mir einer eocänen Piëzokontaktmetamorphose unterlegen zu haben; das ursprüngliche Sediment folglich präecän.

Anstehend gleich südöstlich des Lagers 176, Njuku, auf einer Landspitze, wo die Flusskrümmung von HEDIN's Karawane am 14. Juni 1907 doubliert wurde.

**450. Hellgrüner, matter Schiefer.**

Anstehend zusammen mit (449).

**451. Grauer Sandstein.**

Das Gestein zeigt in allen wesentlichen Charakteren eine vollständige Übereinstimmung mit (418), (446) etc. nur mit dem Unterschied, dass bei (451) die Spuren der Umkristallisierung noch schwächer sind als bei jenen. Die grösseren Quarzkörner, die einen Durchmesser von bis zu 2.2 mm erreichen können, sind gut abgerollt; die kleineren sind unregelmässig eckig. Die Feldspatkörner, deren Menge immer sehr unbedeutend ist, bestehen fast ausschliesslich aus Mikroklin. Einige Turmaline ebenso wie die Zirkone sind deutlich abgerollt und mutmasslich allothigen; andere Turmaline können, ihrer Form wegen, als authigen gedeutet werden. Ebenso scheinen Blätter eines farblosen Glimmers authigen. Diese Einmischungen sind indessen immer sehr unbedeutend, und der Sandstein kann als ein fast reiner Quarzsandstein bezeichnet werden mit kaum merkbaren Spuren einer Dynamometamorphose.

Anstehend 1¼ Kilom. südöstlich des Lagers 176. Das Fallen 73° gegen O. 20° S.

**452. Grobkristallinische Kalkspatpartie.**

Loser Block etwas westlich vom Fundorte des (451).

**453, 454. Roter, mittelkörniger Zweiglimmer-Alkalikalkgranit (Taf. III, Fig. 4).**

Das schwach parallelstruierte Gestein besteht aus *Orthoklas* (*Mikroklin*), *Plagioklas*, *Quarz*, *Biotit*, *Muscovit*, *Erzkörnern* und *Apatit*.

Der *Orthoklas* zeigt auf *M* (010) schon Spaltrisse nach *P* (001). Schnitte mit zentralem Austritt der Bisectrix löschen 5° gegen die Spaltrisse nach *P* (001) aus; der *Orthoklas* sollte folglich reiner Kalifeldspat sein. Einige Individuen zeigen eine verschwommene Mikroklinstruktur. — Der *Plagioklas* zeigt grössere Selbständigkeit der Begrenzung als der *Orthoklas*, oft tafelförmig nach *M* (010). Er setzt sich aus Zwillingen nach dem Albit- und Karlsbadergesetz zusammen und zeigt sehr oft einen zonaren Bau: die peripherischen Zonen saurer als die zentralen oder abwechselnd saure und basische Zonen. Maximum der zu *M* (010) symmetrischen Auslöschungsschiefe: die Hülle + 1°, der Kern — 10°; oder, die Hülle und ein Paar innere Zonen + 1°, die nächste Zone ausserhalb des Kernes — 20°, zwischenliegende Zonen und der Kern — 6°; + und — sind hier im Sinne SCHUSTER's angewandt, und nach der Lage der Auslöschung zum «*éclairement commun*» (MICHEL LÉVY) bestimmt worden. In dem zuletzt erwähnten Falle repräsentieren die Hülle und die mit dieser gleichwertigen inneren Zonen einen sauren *Oligoklas*,  $Ab^5An^1$ , zwischenliegende Zonen und der Kern einen basischen *Oligoklas*,  $Ab^3An^1$ , die Zone gleich ausserhalb des Kernes einen sauren *Andesin*,  $Ab^7An^1$ . — Der *Quarz* zeigt oft eine Tendenz zur selbständigen Begrenzung, oder er bildet eine Ausfüllungsmasse.

die letzten Magmareste, zwischen den übrigen Bestandteilen. Die Einschlüsse sind liquid, zu Bändern oder Reihen angeordnet; eine bewegliche Libelle wurde oft wahrgenommen. — Der *Muscovit* hat eine grosse Achsenapertur, der *Biotit* eine sehr kleine. Der Biotit zeigt a hellgelb, b und c braun. Beide Glimmerspecies bilden lappige Individuen.

Kataklastische Erscheinungen sind häufig: der Quarz mit undulöser Auslöschung oder zu optisch verschieden orientierten Stücken mit zackiger Begrenzung zerbrochen; zwischen den grosseren Quarz- und Feldspatindividuen liegen feinkörnige Quetschzonen, Mörtelkränze; unter diesen Quetschkörnern befinden sich solche, die aus myrmekitischer Verwachsung von einheitlichem Feldspat und Quarz bestehen; ähnlicher Myrmekit kann auch in der Randzone einiger Plagioklase wahrgenommen werden.

Das Gestein ist ein Zweiglimmergranit, dessen Quarz an den Quarz der Ganggranite erinnert. Der Granit ist nachher zerquetscht worden und unterlag dabei einer partiellen Umkristallisation, die sich schon makroskopisch in einer wahrnehmbaren, wenn auch schwach ausgeprägter Parallelstruktur kundgibt.

Dieser Gneissgranit kommt massenhaft in den Detrituskegeln des Kilung-la-Massives, nördlich des Lagers 177, vor, und man darf mit Sicherheit annehmen, dass er in den höheren, unzugänglichen Teilen dieses Massengebirges fest anstehend vorkommt.

#### 455, 456. Grauer Mesogneissquarzit.

Identisch mit (442). Lose Blöcke in den Detrituskegeln am Kilung-la.

#### 457—460. Grauer Biotitdioritporphyr.

In einer holokristallinen, mikrogranitischen, aus Quarz und Feldspat bestehenden Grundmasse liegen Einsprenglinge von *Plagioklas* und *Biotit*, sowie, in stark zurückstehender Menge, *Quarz*. — Die *Plagioklaseinsprenglinge* bilden nach *M* (010) tafelförmige, zuweilen zonar gebaute Kristalle, zusammengesetzt aus Zwillingen nach dem Albit- und Karlsbadergesetz und bestehend aus *Andesin*,  $Ab^2An^1$ . — Der *Biotit* bildet braune, resp. gelbe Tafeln. — Der grossen Seltenheit der *Quarzeinsprenglinge* zufolge führe ich das Gestein zu den Dioritmagmen, obwohl es natürlich sehr möglich ist, dass die chemische Analyse einen so grossen Gehalt an Kieselsäure zeigen konnte, dass das Gestein zu den Quarzbiotitdioritmagmen zu führen wäre.

Lose Blöcke zusammen mit (453—456).

#### 461. Grauer, gebänderter Mesogneissquarzit (Taf. VIII, Fig. 1).

Das Gestein besteht aus abwechselnd helleren und dunkleren, dünnen Lagen, die helleren grobkörniger als die dunkleren. Jene stimmen vollständig mit (442) überein. In den dunkleren Bändern sieht man eine Anhäufung von Glimmerblättchen, sowohl *Muscovit* wie gelbem, resp. grünem *Biotit*, und kleine Turmalinkristalle in der Form kurzer, im Querschnitt neunseitiger Säulen, deren c farblos, a blau ist. Durch die parallelanordnung der Glimmerblättchen wird eine gut ausgeprägte Kristallisationsschieferung hervorgerufen.

Ursprünglich lag ein von abwechselnden Sand- und Tonlagen zusammengesetztes Sediment vor, das sich durch eine Piezokontaktmetamorphose in Zusammenhang mit der Gebirgsfaltung und dem eocänen Empordringen der Gangeruptive des Transhimalaya umkristallisierte und so in diesen mit (442), (455), (456) etc. identischen Quarzit übergang. — Spuren einer Kataklase sind nicht wahrzunehmen; die Metamorphose ging in der mittleren Tiefenstufe (GRUBENMANN) vor sich.

Lose Blöcke zusammen mit (453—460).

(Nach dem Inhalt der Blockanhäufungen am Fusse des Kilung-la zu urteilen, dürfte dieses Massiv aus präeocänen Quarziten mit Gängen von granitischen und dioritischen Gesteinen bestehen.)

**462. Grünlich graugesprenkelter Sandstein.**

Das Gestein besteht aus eckigen, unregelmässig geformten *Quarz*- und *Feldspats*splitterchen von 0.1 bis 0.3 mm Durchmesser. Einige Feldspatkörner sind frisch (sowohl *Mikroclin* wie *Plagioklas*), die allermeisten jedoch zeigen eine teilweise oder vollständig durchgeführte Glimmerumwandlung; oft sind sie von einem Kranz lebhaft polarisierender Glimmerschüppchen umgeben, noch öfter erstreckt sich indessen die sekundäre Glimmerbildung in die zentralen Partien der Feldspate hinein. Man sieht hier und da myrmekitische Körner, bestehend aus *quartz vermicule* in Verwachsung mit einheitlich struiertem Feldspat. Auch mikropegmatitische Verwachsungen von Quarz und Orthoklas sind als kleine Körner vorhanden. Zwischen diesen Bestandteilen sieht man Körner einer mikrogranitischen, mikrofelsitischen oder pilotaxitischen Masse, die gewöhnlich eine starke Umwandlung aufweist, welche Körner mutmasslich als Fragmente der Grundmasse der granitporphyrischen und dioritporphyritischen Ganggesteine der Gegend zu betrachten sind. Einige von diesen Körnern nehmen eine grüne Farbe an; cf. (468).

Das Gestein scheint mir auf Kosten der eocänen Gangeruptive des Transhimalaya gebildet worden und demnach selber posteocän zu sein. Es ähnelt in hohem Grade Sandsteinen aus verschiedenen Teilen von Indien, die als Ablagerungen miocänen Alters gedeutet worden sind.

Anstehend mit s. w. Fallen 2,4 Kilom. w. des Lagers 177.

**463, 464. Hellgrüner und dunkelbrauner, sandiger Schiefer.**

Anstehend halbwegs zwischen den Lagern 177 und 178. Das Fallen 12° gegen N. 40° W., oder die Schichten stehen auf dem Kopf mit ö.—w. Streichen.

**465. Grüngrauer, gesprenkelter Sandstein.**

Das Gestein ist mit (462) identisch und sollte folglich posteocän (jungtertiär) sein. Fest anstehend gleich westlich von Tytschu, 6 Kilom. östlich des Lagers 178; das Fallen 27° gegen S. 10° W.

**466, 467. Grüner Sandsteinschiefer.**

Das Gestein besteht aus mit einander wechsellagernden, gröberen und feineren, dünnen Bändern; die zuletzt erwähnten sind mit (465) identisch, in den gröberen findet man eine Einmischung kleiner, eckiger Quarzkörner. Auf den Schichtflächen sieht man Kriechspuren von Organismen oder Spuren von über den Sandstrand geschleppten Gegenständen.

Anstehend 1 Kilom. westlich vom Lager 178, östlich von Tradum. Das Fallen 28° gegen S. 30° W.

**468. Grüner, glaukonitischer Sandstein (Taf. VIII, Fig. 4).**

Das Gestein ähnelt in hohem Grade (462), (465) etc. Es besteht ebenso wie diese aus unregelmässig eckigen oder abgerollten Fragmenten von Quarz und Feldspat (Orthoklas und Plagioklas), deren Durchmesser bis zu 0.8 mm ansteigen kann, sowie von Zirkon und Turmalin.

Andere Fragmente, rund oder unregelmässig eckig, bestehen aus einer mikrogranitischen, mikrofelsitischen oder pilolaxitischen, oft fluidalstruierten Masse, die der Grundmasse der porphyrischen Eruptivgesteine — Granitporphyre, Dioritporphyrite, quarzporphyritische Dacite

etc. — des Transhimalaya zum Verwechseln ähnlich ist. Vermutlich wurden diese Fragmente auf Kosten solcher Gesteine gebildet, was beweisen wurde, dass der Sandstein posteocän ist.

Diese Fragmente liegen in einer zuweilen tonschieferähnlichen, zuweilen mehr lyditähnlichen Masse eingeschlossen, in welcher nicht zu bestimmende Spuren von Organismen (Siphoneen oder Radiolarien) ausnahmsweise zu sehen sind. Ab und zu treten in dieser Masse kleine grüne Flecke von Glaukonit auf, gewöhnlich von unregelmässiger Form und ohne scharfe Grenze gegen die umgebende Masse. Die Glaukonitisierung greift um sich, den hier oben erwähnten Mineral- und Gesteinsfragmenten aus dem Wege gehend, um zuletzt rundliche oder unregelmässig geformte Körner von bis zu 0.6 mm Diameter zu bilden. Die Glaukonitsubstanz zeigt die hellgrüne Farbe und die feine Aggregatstruktur des gewöhnlichen Glaukonites.

Anstehend in einer Felsenecke mit »Kla«, 4.6 Kilom. östlich von Tradum, stark gefaltet

**469. Graugrüner, lyditähnlicher Kiesel-schiefer.**

In dem feinstruierten Quarzaggregat sieht man kleine Chalcedonkugeln mit radialstrahliger Textur von nunmehr vollständig unbestimmbaren Radiolarien oder vielleicht Siphoneen.

Anstehend zusammen mit (470) im Felsenhügel bei Tradum, Lager 179. Das Fallen 85° gegen N. 40° O.

**470. Grüner, glaukonithaltiger Sandstein.**

Ganz identisch mit (468). Anstehend im Felsenhügel bei Tradum.

**471. Brauner, dichter Schiefer.**

In einer ausserst feinstruierten Hauptmasse, die kaum merkbar auf das polarisierte Licht einwirkt, erscheinen kleine doppelbrechende Nadeln mit im grossen und ganzen zu einander paralleler Anordnung. Petrographisch ist diese Schiefermasse mit der im Sandstein (468), (470) auftretenden identisch. Auch hier sind die im Schnitt rundlichen oder elliptischen Spuren von Organismenskeletten vollständig unbestimmbar. Das Gestein ist vermutlich identisch mit (469), (489).

Anstehend in einem Felsenhügel im Tsa-tschu-tsanpo, ungefähr 2.5 Kilom. südlich von Tradum. Das Fallen 5° gegen S. 40° W. — Derselbe Schiefer wurde auch weiter südwärts fest anstehend angetroffen.

**472, 473, 474. Graugrüner Sandstein.**

Identisch mit (462) etc. (472) und (473) anstehend am rechten Ufer des Brahmaputra, beim Lagerplatz 180. Liktsé-gumpa, mit dem Fallen 83° gegen S. 15° W., (474) auf dem Passe Tsasa-la, südlich des genannten Lagerplatzes: das Fallen hier 49° gegen N.W.

**475–477. Graugelber Sandstein.**

Stimmt sehr nahe mit (418) überein, nur dass er im allgemeinen eine reinere Quarzsandsteinstruktur zeigt als dieser.

(475) wurde in der Felsenecke Ngurkung, 6 Kilom. südwestlich des Lagers 180 unter dem Fallen 33° gegen N. 30° W. angetroffen. (476) und (477) 6 Kilom. weiter nach S.W.; ihr Fallen 40° gegen N. 15° W. (476) ist feinkörniger als die anderen, kommt in die Nähe von (471).

**478. Graugrüner Sandstein.**

Identisch mit (475–477) etc., nur etwas dunkler als diese. Anstehend bei Sara-hla, ungefähr 400 m südöstlich von (477) und mit beinahe demselben Fallen wie dieser, 60° gegen N. 18° W.



Alle die Gesteine, die mit den Nummern 475—478 bezeichnet worden sind, liegen das eine auf der anderen Streichungslinie und sind geologisch zusammengehörig.

**479. Gelber Kalksinter.**

Bildet eine gegen die Umgebung gelbschreiende Scholle in dem Punkte des Zusammenstreffens der Täler unterhalb des Passes Kore-la, 6 Kilom. nordnordwestlich des Lagers 182.

**480, 481. Weisser, zuckerkorniger Turmalin-Muscovitgranit.**

Das Gestein setzt sich aus *Orthoklas* (*Mikroklin*), *Plagioklas*, *Quarz*, *Turmalin* und *Muscovit* zusammen.

Der *Orthoklas* zeigt zuweilen in seinen peripherischen Teilen eine verschwommene Gitterstruktur (*Mikroklinstruktur*), während die zentralen Partien desselben Kornes einheitlich struiert sind. In Schnitten nach *M* (010) mit zentral austretender positiver Bisectrix bildet die Auslöschungsrichtung  $5^\circ$  gegen die Spaltrisse nach *P* (001); folglich ein reiner Kalifeldspat. — Der *Plagioklas* setzt sich aus Zwillingen nach dem Albit- und (selten) Karlsbadergesetz zusammen. Gemessenes Maximum der zu *M* (010) symmetrischen Auslöschungsschiefe  $10^\circ$ . Da die Lichtbrechung des Quarzes in allen Lagen grosser ist als die des Plagioklases —  $\epsilon$  des Quarzes  $> \gamma'$  und  $\alpha'$  des Plagioklases,  $\omega$  des Quarzes  $> \alpha'$  und  $\gamma'$  des Plagioklases — muss der Auslöschungswinkel als positiv im Sinne SCHUSTER's gerechnet werden, und der Plagioklas ein sehr saurer Oligoklas oder fast reiner Albit von der Zusammensetzung  $\text{Ab}^2\text{An}^1$  sein. — Der *Quarz* ist gewöhnlich ganz klar, zuweilen mit einer kleinen Anhäufung mikroskopischer Interpositionen, in denen man ab und zu eine bewegliche Libelle wahrnehmen kann. — Der *Turmalin* bildet säulenförmige Kristalle, gestreckt nach der c-Achse. Der Pleochroismus wie gewöhnlich, c = farblos oder blass bläulich, a = tiefblau oder bräunlich; am häufigsten ist die Färbung zonar: die inneren Partien blau, die äusseren bräunlich. Die Menge des Turmalins beträgt ungefähr 7 Volum-% der Gesteinsmasse. — Der *Muscovit* kommt nur in sehr untergeordneter Menge vor, ungefähr  $\frac{1}{2}$  Volum-%.

Die Struktur ist nicht primär, sondern eine porphyroblastische Quetschstruktur mit grossen Relikten der Feldspate, umgeben von Mörtelkränzen. In einigen Partien nähert sich die Struktur einer Pflasterstruktur. Auch die randliche Mikroklinstruktur des Orthoklases gibt eine Pressung und teilweise Umkristallisierung an. Der Turmaliningehalt könnte vielleicht andeuten, dass der betreffende Granit eine Randfazies des gewöhnlicheren Biotitgranites bildet.

Die Stufen stammen aus den Blockanhäufungen ungefähr halbwegs zwischen den Lagerplätzen 181 und 182, am südlichen Ausgang zum Kore-la.

**482—484. Dunkelgrauer, sandiger Schiefer.**

Identisch mit (466). Die Spalten im Gestein werden von Kalkspatsekretionen ausgefüllt. Anstehend auf der Südseite des Kore-la mit dem Fallen  $26^\circ$  gegen W.  $5^\circ$  N.

**485. Kalkhaltiges Konglomerat.**

Das Gestein anstehend mit dem Fallen  $85^\circ$  gegen S.  $20^\circ$  W., beim alten Wachthaus auf dem Kore-la.

**486. Grauer Gneissgranit.**

Das Gestein besteht aus *Orthoklas* (*Mikroklin*), *Plagioklas*, *Quarz*, *Biotit*, *Zirkon* und *Eisenerz*. — Der Orthoklas, nach der optischen Analyse ein reiner Kalifeldspat, tritt an Menge stark gegen den Plagioklas zurück; dieser ist ein saurer Oligoklas,  $\text{Ab}^4\text{An}^1$ . Der Quarz zeigt

undulose Ausloschung oder Zertrümmerung. Ein »quartz vermiculé« in myrmekitischer Verwachsung mit einheitlich struiertem Feldspat ist nicht ungewöhnlich, rundliche oder unregelmässige Partien bildend. Der Biotit bildet lappige Individuen mit a = gelb, b und c = braun.

Die Struktur ist sekundär mit deutlichen mechanischen Deformationen; durch die planparallele Anordnung der Biotitschuppen wird eine schieferige Textur, Kristallisationsschieferung, hervorgerufen.

Lose Blöcke südlich des Lagers 184.

#### 487. Dunkler Quarzaugitdiorit.

Das Gestein besteht aus *Plagioklas*, *Augit*, *Quarz*, *Erzkörnern* und *Apatit*. — Der *Plagioklas*, lang leistenförmig, ist so stark verwittert, dass eine optische Analyse desselben sich nicht durchführen lässt. Der *Augit* ist farblos, bildet grössere, säulenförmige Individuen oder auch Zusammenballungen kleinerer zwischen den Plagioklasleisten; oft ist er in schmutzigrüne chloritische Substanzen umgewandelt. Auch der *Quarz* bildet nicht allzu seltene Ausfüllungen zwischen den Plagioklasen.

Der grosse Quarzgehalt sowie die Unmöglichkeit einer näheren Bestimmung des Plagioklas macht das Feststellen der Natur des Gesteins überhaupt unsicher; es kann ein relativ saures Gabbro- oder ein Quarzdioritmagma vorliegen. — Dieses Ganggestein ist offenbar identisch mit (314—316) und folglich auch mit den von HAYDEN<sup>1)</sup> aus Nangkartse und anderen Lokalitäten im östlichen Himalaya beschriebenen dioritischen Ganggesteinen, die, wie er vermutet, dem jüngeren Eocän angehören.

Anstehend im Felsenhügel Tscha-sang, ungefähr 7 Kilom. südlich des Lagerplatzes 184.

#### 488. Rostfarbiger Sandstein.

Anstehend 5 Kilom. südlich des Lagers 184. Das Fallen 31° gegen N. 30° W.

#### 489. Gelber Kieseliefer mit Radiolarien.

In der ausserst feinstruierten Gesteinsmasse sind zahlreiche Skelette von Radiolarien zu sehen, die jedoch so schlecht erhalten sind, dass eine Species-Bestimmung nicht durchführbar ist. Herr Professor L. CAYEUX, Paris, der gütigst den Dünnschliff geprüft hat, schreibt mir darüber Folgendes: »Les *Cenellipsis* (ou *Spongurus*) abondent; les formes des *Cyrtocalpidae* paraissent assez fréquentes; le genre *Cyrtocalpis* compte plusieurs représentants. La famille des *Druppulidae* est également représentée.»

Das Gestein ist mit (469), (471) identisch und steht zusammen mit einem gelblichen Sandstein (490) auf dem Passe 2 Kilom. südlich des Lagers 184 an. Das Fallen 62° gegen W. 40° N.

#### 490. Gelber Sandstein.

Identisch mit (475), (477), (537) etc. Zusammen mit (489).

(491 und 492. Grüner Schiefer und weissgrauer Kalkstein, beide mit Inskriptionen. Lose Stücke auf dem Passe südlich des Lagers 184; hiehergeschleppt.)

#### 493. Dunkelgrüner, glaukonitischer Sandstein.

Das Gestein besteht aus abgerollten Quarz- und äusserst seltenen Feldspatkörnern von 0.6—1 mm Durchmesser, in einer feinstruierten Kieseliefermasse eingebettet, die teilweise

<sup>1)</sup> The geology of the provinces Tsang and U. Mem. Geol. Survey of India, Vol. 36, Part 2, Calcutta 1907, S. 58

von Limonit- und Glaukonitsubstanz imprägniert ist. In der Zwischenmasse, welche hier und da von zahlreichen Kluftflächen in rundliche oder unregelmässig geformte Stücke zerteilt wird, sieht man zuweilen kleine, runde Flecke von glaukonitischer Substanz, die undeutliche Spuren von Radolarienskeletten aufweisen; die Kieselschiefermasse ist identisch mit (489). Die Glaukonitumwandlung schreitet fort, zuletzt die ganze von Kluftsprüngen begrenzte Partie umfassend, so dass zwischen den Quarzkörnern runde oder unregelmässige Glaukonitpartien zu liegen kommen mit grösseren oder kleineren Resten ungefarbten oder durch Limonitimprägnationen braun-gefärbten Kieselschiefers. Die Glaukonitausscheidung ist offenbar rein sekundär und vom Dasein organischer Substanz ganz unabhängig.

Anstehend zusammen mit (494) in einer Felsenecke mit »Mane-Hugel«, 6 Kilom. südöstlich des Lagers 185, Tschikum. Das Fallen 58° gegen N.

**494. Grüner, feinkorniger, glaukonithaltiger Sandstein.**

Das Gestein besteht aus kleinen, scharfeckigen Quarz- und Feldspatkörnern, deren Durchmesser 0.12 mm nicht übersteigt. Der Feldspat ist Mikrolin (Orthoklas) oder Plagioklas. Dazu treten einzelne Körner einer myrmekitischen Verwachsung von »quartz vermiculé« und einheitlich gebautem Feldspat, sowie Bruchstücke von Zirkon, Turmalin, Muscovit und chloritische Substanzen. Es gibt auch Fragmente, die der pilotaxisch struierten Grundmasse eines Porphyrgesteins ähneln. Diese Mineralsplitterchen scheinen mir als Verwitterungsreste des turmalinführenden Granites [cf. (480)] der Gegend gedeutet werden zu können, und da dieser allgemein als eocän angesehen wird, sollte der Sandstein posteocän sein. Diese Annahme stimmt sehr gut zu einer brieflichen Mitteilung des Herrn Generalsuperintendenten H. HAYDEN, dem ich eine Probe dieses Sandsteins übersandte, und der mir darüber gutigst schrieb: »No. 494 is not familiar to me from Tibet, but there are rocks not unlike in other parts of India, where they are of Miocene age.« — Zwischen den Mineral- und Gesteinsfragmenten liegt eine tonschiefer- oder lyditähnliche Zwischenmasse, oft durchtränkt und braungefärbt von Limonit oder teilweise in Glaukonit umgewandelt in derselben Weise, wie es in (493) geschehen ist.

Dieser posteocäne Sandstein, mit dem (468), (363) etc. identisch sind, unterscheidet sich von (493) durch seine Feinkörnigkeit, durch den grosseren Feldspatgehalt seines Detritus-materials etc. Geologisch sind sie zusammengehörig, anstehend 6 Kilom. s.ö. des Lagers 185, unter demselben Streichen und Fallen.

**495. Graugruener, feinkorniger, glaukonitischer Sandstein.**

Identisch mit (494); anstehend nördlich von diesem, 2 Kilom. südöstlich von Tschikum; das Fallen 82° gegen S. 20° O.

**496. Braune Kieselschieferbreccie.**

Unregelmässig eckige Bruchstücke eines feinstruierten Kieselschiefers mit unbestimmbaren Radiolarienresten und mit Limonitimprägnationen; die Fragmente werden von Kalkspat verkittet.

Anstehend zusammen mit (497), beim Lager 185. Das Fallen 19° gegen O. 35° N.

**497. Graugruener, feinkorniger Sandstein.**

Identisch mit (494), mit dem Unterschied, dass (497) keine Glaukonitbildung, aber einen beträchtlichen Gehalt an Kalkspat aufweist. Er ähnelt in noch höherem Grade (363) und (498). Anstehend zusammen mit (496).

**498. Graugruener, feinkorniger Sandstein.**

Identisch mit (497), (363) etc. und gebildet auf Kosten eocäner Eruptive. Der Kalkspatgehalt ungefähr wie im Sandstein (497).

Anstehend auf dem Passe 1.5 Kilom. nordwestlich vom Lagerplatz 185.

**499. Rotbrauner Jaspis mit Radiolarien.**

Identisch mit (500). Gleich unterhalb des Passes, nordwestlich vom Lagerplatz 185. Das Fallen 12 gegen W. 30° N.

**500. Rotbrauner Jaspis mit Radiolarien.**

Betreffs dieser Radiolarien schreibt mir Herr Professor L. CAVEUX gütigst, wie folgt: »*Tricyrtida* de la famille de *Theocyrtidae*: la bouche étant invisible, l'individu peut être une *Theoconida* ou une *Theocapsida*. Quelques sections lenticulaires relèvent du groupe des *Discoidea*. — La roche est composée environ pour moitié de Radiolaires donnant des sections circulaires ou très faiblement elliptiques qui, sauf de très rares exceptions sont dépourvues d'appendices. Comme dans les deux préparations (690) et (III5) la faune est constituée par des *Sphaeroidea* et des *Prunoidea*.»

Anstehend 5 Kilom. ostlich des Lagers 186. Das Fallen 22 gegen N. 20° O.

**501. Gelblich grauer Sandstein.**

Identisch mit (446), ebenso wie dieser aus grosseren, bis zu 1.1 mm, abgerollten Körnern, und zwischen diesen zerstreuten kleineren eckigen Splittern von *Quarz* und, in untergeordneter Menge, *Feldspat* (*Mikroclin*, *Orthoklas*, *Plagioklas*) zusammengesetzt. Dazu treten noch vereinzelte Korner von *Zirkon*, *Turmalin* und *Eisenerz*.

Anstehend am Lagerplatz 186, fallend 70° gegen O. 10° S.

**502. Rotbrauner Jaspis.**

Identisch mit (500). Zerquetscht; die Fragmente wieder durch Quarz verkittet.

Anstehend 6 Kilom. westlich des Lagers 186, fallend 26° gegen N. 33° O.

**503. Verwitterungsmasse.**

Mutmasslich von Diabas oder Basalt. Gefunden zusammen mit (502).

**504. Stark verwitterter Diabas.**

Das Gestein besteht aus langen Plagioklasleisten in divergent strahliger oder paralleler Anordnung; die Zwischenräume werden von schmutziggrauen, chloritischen Substanzen und anderen Verwitterungsprodukten (staubfeinem Eisenoxyd) ausgefüllt.

Bildet kleine Felsenhügel ungefähr 10 Kilom. westlich des Lagers 186, hinter Dendping.

**505. Rotbrauner Jaspis.**

Identisch mit (500) etc. Zusammen mit (504).

**506. Grauer Kalkstein.**

Feinkristallinischer Kalkstein mit weissen Kalkspatadern, dem Kalkstein (515) etc. sehr ähnlich. — Anstehend zusammen mit (504).

**507. Gelblich grauer Sandstein.**

Identisch mit (501), (510), (508) etc. Anstehend in der Wegbiegung 6' 1/2 Kilom. südlich des Lagers 188, am Martsang-tsanpo. Das Fallen 33° gegen S.

**508. Bräunlich grauer, schwarzfleckiger Sandstein.**

Identisch mit (501), (507) etc., nur etwas gleichkörniger und mit braunen Limonitausscheidungen, die von der relativ reichlichen Eisenerzeimischung herrühren. Der Turmalingehalt ist sehr gering: zwei bis drei Individuen in einem Dunnschliff. Ich habe regelmässig begrenzte, authigene Turmalinkristalle im Sandstein aufgefunden. Das Gestein ähnelt in hohem Grade (446), (451), (418) etc.

Anstehend zusammen mit (509) in einer Felsenecke 6 Kilom. westnordwestlich des Lagers 189, südöstlich vom Gandschu-la, beim Tasam.

**509. Brauner Jaspis.**

Identisch mit (500). Anstehend zusammen mit (508).

**510. Gelbgrauer Sandstein.**

Identisch mit (501), (507), (508), (511) etc. — Anstehend auf dem Passe Gandschu-la, s.ö von Tuksum.

**511, 512. Grauer Sandstein.**

Das Gestein besteht aus abgerollten Quarzkörnern von ungefähr 0.6 mm Durchmesser. Zwischen diesen liegen kleinere, unregelmässig eckige Quarzfragmente. Die Quarzkörner zeigen undulöse Auslöschung und andere optische Deformationen, sogar Druckzwillinge oder kataklastische Erscheinungen. Dazu treten vereinzelt Zirkone und Turmaline sowie Kalkspat und schmutziggrüne Chloritsubstanz. Die Turmaline zeigen oft regelmässige Kristallbegrenzung mit c farblos, a blau oder gelb; sie scheinen authigen zu sein. — Der Sandstein ist petrographisch mit (446), (451), (508) etc. identisch.

Anstehend mit (510) und (513) auf dem Gandschu-la unter senkrechtem Fallen, streichend S. 30° O.—N. 30° W.

**513. Roter, schieferiger Sandstein.**

Identisch mit (449). In Wechsellagerung mit (511) etc. auf dem Gandschu-la.

**514, 515. Dunkelgrauer, schieferiger Kalkstein.**

Das Gestein ähnelt vollständig dem Kalkstein (421), gebildet wie dieser aus einem feinen Kalkspatmehl mit eigentümlichen, aus Quarz oder Kalkspat bestehenden Einlagerungen von ung. 0.012 mm Dicke, die unter sich eine annähernd parallele Anordnung zeigen, dadurch eine gewisse Schieferigkeit der Gesteinsmasse hervorrufend. Zuweilen sind grosse Partien in weissen grobkristallinen Kalkspat umgewandelt worden.

Fest anstehend im Klosterhügel bei Tuksum. Das Fallen 20° gegen O. 40° N.

**516. Dunkelgrauer, dichter Augitdioritporphyr.**

In einer äusserst feinstruierten Grundmasse liegen Einsprenglinge von *Augit* und *Plagioklas*. Die Grundmasse besteht aus feinen *Plagioklas*leisten mit Einmischung von *Augit*mikrolithen und *Eisenerzkörnern*. Nach dem optischen Befund scheint ein *Oligoklas* vorzuliegen. Die Einsprenglinge von *Augit* sind farblos und ganz frisch, diejenigen von *Plagioklas* sind voll-

ständig umgewandelt. — In Ermangelung geologischer Observationen ist es mir natürlich sehr schwer, die wahre Natur dieses Gesteins zu bestimmen. Mutmasslich handelt es sich hier um eine Grenzfazies eines Augitdioritporphyritganges.

Anstehend 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Kilom. westlich des Lagers 192.

**517. 518. Brauner Jaspis.**

Identisch mit (500). Eine freistehende Felsenpartie. Ara-tordjung, 11 Kilom. westlich des Lagers 192. Das Fallen 12° gegen N. 25° W.

**519. Dunkelgrüner Plagioklasamphibolit** (Tafel V, Fig. 1 und 2).

Das Gestein besteht aus grüner *Hornblende* und *Plagioklas* sowie *Magnetit* mit Leukoxenrand und *Titanit*. — Die *Hornblende* bildet kurz- oder langstengelige Individuen mit unregelmässiger Begrenzung; a = hellgrün, fast farblos,

b = dunkelgrün,

c = bläulich grün.

Innerhalb der grosseren Zusammenballungen von Hornblendeindividuen sieht man zuweilen einen schwach grunlichen (diopsidartigen) *Pyroxen*, der nach aussen ohne Grenze in kompakte Hornblende übergeht. Man darf ohne Zweifel annehmen, dass der ganze Hornblendegehalt aus ursprünglichem *Pyroxen* hervorgegangen ist. — Der *Plagioklas* ist so stark umgewandelt, dass er nur ausnahmsweise eine Zwillingsstreifung zeigt, weshalb die Resultate der optischen Analyse natürlich unsicher werden müssen; es kommt mir indessen vor, als wenn der *Plagioklas* ein basischer Oligoklas oder saurer Andesin wäre. Zuweilen zeigt der *Plagioklas* zonaren Bau: der Rand saurer als die zentralen Partien.

Die Struktur ist granoblastisch mit schwachen Spuren der Struktur und Zusammensetzung des Muttergesteins. Dieses scheint ein Diorit mit relativ saurem, leisten- bis tafelförmigem *Plagioklas*, *Augit* und *Erzkornern* gewesen zu sein.

Die Textur wird durch die Streckung und Parallelanordnung der Hornblendeindividuen eine schwach ausgeprägte Kristallisationsschieferung.

Wie ich mich durch direkten Vergleich überzeugen konnte, stimmt dieses Gestein fast vollständig überein mit einem Plagioklasamphibolit aus der Nähe der Granitgrenze 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Meilen oberhalb Nethang, gefunden von HAYDEN während der Reise der „Thibet frontier Commission“ im Jahre 1903. Dieses Gestein bildet Intrusionsgänge in den Juraschiefern des Brahmaputratals.<sup>1)</sup> Der einzige Unterschied zwischen diesen beiden Vorkommnissen liegt darin, dass die Hornblende des Gesteins der westlichen Teile des Brahmaputratals kompakt, die des Gesteins aus Nethang nadelförmig ist.

Anstehend 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Kilom. nordwestlich des Lagers 194; nahe Rubi-naja.

**520. Weisser, pegmatitischer Granit.**

Identisch mit (613). Lose Blöcke am selben Platz, wo (519) fest ansteht.

**521. Weisser Kieselschiefer.**

Anstehend zusammen mit (: durchsetzt von) (519).

**522. Grauer, grobkorniger Olivengabbro** (Taf. II, Fig. 3 und 4).

Das Gestein besteht aus *Plagioklas*, *Pyroxen*, *Olivin* und (sehr untergeordnet) *Eisenerz* in einer typisch allotriomorphen Gabbrostruktur. — Der *Plagioklas* in leisten- oder tafelförmigen

<sup>1)</sup> Hayden, Geology of the provinces of Tsang and U. Mem. Geol. Survey of India, Vol. 36, Part 2, S. 59

Individuen, die zuweilen eine Tendenz zur selbständigen Begrenzung aufweisen. Er besteht aus Zwillingen nach dem Albit- und Karlsbadergesetz; gemessenes Maximum der zur Zwillings-ebene symmetrischen Auslöschungsschiefe =  $32^\circ$ ; demnach liegt ein *Labradorit* von der Zusammensetzung  $Ab^2An^3$  vor. — Der *Pyroxen* ist monoklin, klar und farblos, mit guten, dicht gelegenen Spaltrissen nach (100), die den Winkel der kräftigen prismatischen Spaltrisse halbieren; diallagähnlich. — Der *Olivin* ist gewöhnlich ganz frisch, zeigt nur selten eine beginnende Serpentinisierung.

Eine volumetrische Bestimmung der relativen Menge der Bestandteile ergab folgende Werte:

Pyroxen . . . . .	42 Volum-%.
Labradorit . . . . .	33     „     .
Olivin . . . . .	22     „     .
Magnetit . . . . .	3     „     .

Anstehend auf dem Passe Penge-la. s.ö. von Schamsang, 1.2 Kilom. nördlich des Lagers 195, Tschärok.

### 523. Grauer, verwitterter **Gabbro**.

Identisch mit (522), aber stark umgewandelt durch Verwitterung. Kommt zusammen mit (522) vor, und bildet allem Anschein nach die oberflächlichen Verwitterungspartien von diesem.

### 524, 525. Dunkelgrüner **Pyroxenamphibolit** (Tafel III, Fig. 5, 6).

Das Gestein besteht aus monoklinem und rhombischem *Pyroxen*, brauner *Hornblende*, *Plagioklas* und *Eisenerzen*. — Der *monokline Pyroxen* ist schwach grün, nicht pleochroitisch und kann als gewöhnlicher oder omphacitartiger *Augit* bezeichnet werden, dessen c:c in Schnitten, die die stärkste Doppelbrechung zeigen,  $40^\circ$  erreicht. Die Individuen bilden unregelmässige, isodiametrische Körner, die zuweilen aus Zwillingen nach (100) bestehen. — Der rhombische *Pyroxen*, ein *Hypersthen*, bildet Individuen von der Form der Augitkörner und ist oft mit diesen verwachsen. Der Pleochroismus ist deutlich, wenn auch schwach; a = hellgrün, b und c = schwach rotlich. — Die *Hornblende* bildet kleine Zungen im Augit und Hypersthen oder Körner ungefähr von der Form der Pyroxene; offenbar ist wenigstens das allermeiste der Hornblende durch Umwandlung des Pyroxens entstanden; a = gelb, b und c = dunkelbraun. — Der *Plagioklas*, zuweilen stark verwittert, setzt sich aus Zwillingen nach dem Albitgesetz zusammen und ist ein basischer *Andesin* oder ein *Labradorit* von der Zusammensetzung  $Ab^5An^4$ . Gewöhnlich bildet er kurze Individuen, zuweilen lange Leisten; ab und zu sieht man deutlich, dass die kurzen Individuen aus langen leistenförmigen hervorgegangen sind.

Die Struktur ist granoblastisch mit schwacher Andeutung der ursprünglichen Gabbrostruktur; die Metamorphose fand in einer der unteren Tiefenstufen statt.

Anstehend in der Nähe, 1 $\frac{1}{2}$  Kilom. südöstlich des Lagers 196, wo der Kubi-tsanpo den Tschema-jundung und Marium-tschung aufnimmt.

### 526, 527. Grüner, lyditaähnlicher **Kieselschiefer**.

Das Gestein, das mit (469) identisch zu sein scheint, besteht aus unregelmässigen, eckigen Stücken, die durch Quarzadern verkittet werden.

Anstehend beim Lager 197, Umbo, hier eine sehr schöne Falte bildend, deren Achse in S.O.—N.W. streicht.

**528. Grünlich grauer Sandstein.**

Identisch mit (408), (470), (474) etc. Anstehend in der ersten Felsenecke zur Rechten, 5<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Kilom. westlich des Lagers 197; das Fallen 33° gegen O. 10° S.

**529. 530. Grünlich grauer Sandstein.**

Dasselbe Gestein wie (408), (528) etc., anstehend westlich und südlich von diesem, bei Tschema-jundung, 6 Kilom. östlich des Lagers 198. Thok; das Fallen 19° gegen N. 30° O.

**531. Grauweißer Granit.**

Das Gestein, ein mittelkorniger, grauweißer Biotitgranit mit schwach ausgeprägter Streifung, ist mit (486) etc. identisch.

Beim Lager 199. Schärjak, Gänge in der hier anstehenden sedimentären Kalkstein-, Sandstein- und Jaspisformation bildend.

**532. Grauer, schieferiger Kalkstein.**

Das Gestein, das bei Verwitterung eine rostgelbe Färbung annimmt, ist identisch mit (632) etc.

Anstehend am Lager 199.

**533. Grauweißer, gestreifter Granit.**

Dasselbe Gestein wie (531), mit etwas deutlicher Streifung, zusammen mit diesem am Lager 199.

**534. Braunroter Jaspis.**

Identisch mit (500); anstehend am Lager 199.

**535. Grauer, feinkorniger, quarzreicher Kalkstein.**

Ein stark quarzhaltiger Kalkstein oder kalkspatreicher Sandstein. Anstehend zusammen mit den früher erwähnten beim Lager 199.

**536. Dunkelgrüner Serpentin.**

In einer faserigen *Serpentin*masse sieht man Reste von *Olivin*, *Bronzit*, *Augit* und grosse, in durchgehendem Licht braungelbe *Picotite*. Das Muttergestein war offenbar ein Lherzololith von dem im Brahmaputratal, am Ufer des Rakas-tal etc. gewöhnlichen Typus, ausführlich hier unten (S. 99) beschrieben.

Intrusive Gänge in der sedimentären Serie am Lager 199.

**537. Hellgrauer, schwach quarzitischer Sandstein.**

Das Gestein ist ein fast reiner Quarzsandstein mit vereinzelt eingestreuten Zirkonkörnern. Die Quarzkörner sind oft gut abgerollt; in vielen Fällen wird die Kontur des ursprünglichen Sandkornes durch einen feinen Detritusrand angegeben; ausserhalb dieses ist sekundärer Quarz ausgeschieden worden, einen Mantel um das ursprüngliche Sandkorn bildend. Der Durchmesser der Quarzkörner ung. 0.5—0.8 mm. Die Einschlüsse sind Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglicher Libelle sowie Rutilnadelchen, einen Winkel von 60° zu einander bildend. — Das Gestein ist (418) sehr ähnlich, weniger quarzitisch als dieser Sandstein.

Anstehend beim Lager 199.



**538. Grüngelber Lherzolith.**

Das Gestein besteht aus *Bronzit*, *Olivin* und vereinzelt Individuen von einem *monoklinen Pyroxen*. Die Serpentinisierung schreitet langs Sprüngen des Olivins fort und hat schon das allermeiste der Olivinsubstanz umgewandelt. — Das Gestein ist genetisch mit (536) zusammengehörig; unterscheidet sich von diesem nur durch das Zurücktreten des monoklinen Pyroxens. Diese Varietät wird ausführlicher unter der Nummer (697) beschrieben.

Anstehend beim Lager 199, Gänge in der sedimentären Serie bildend.

**539. Gelblicher (verwitterter) Biotitgranit.**

Ein mittelkörniger, grauer Granit vom selben Typus wie (531) etc. und ebenso wie dieser Gänge in den sedimentären Formationen beim Lager 199 bildend.

**540. Graugrüner, kalkspatreicher Quarzit.**

Das Gestein besteht aus Quarz und Kalkspat; dazu treten grüne Hornblende, Glimmer und Turmalin. — Die Quarzindividuen sind unregelmässig verzahnt, von 0.05—0.10 mm Durchmesser, häufig gestreckt, die längere Achse nach derselben Seite eingerichtet, wodurch eine gestreckte Kristallisationsschieferung hervorgerufen wird. — In dieser Masse liegen regelmässig begrenzte Kalkspatrhomboëder eingeschoben von ung. 0.10—0.30 mm Länge; auch diese haben ihre längere Achse nach derselben Richtung parallel zur Streckung der Quarzindividuen angeordnet. — Die grüne Hornblende ebenso wie die Glimmerschuppen sammeln sich zu Streifen an, die eine feine Fältelung aufweisen. — Der Turmalin, immer selten, bildet authigene, regelmässig begrenzte, kurze Säulen.

Das Vorhandensein der erwähnten Kontaktminerale, die Faltung und Fältelung sowie die schieferige Textur des Quarzites geben an, dass die Umkristallisierung des ursprünglichen Sedimentes als eine Piëzokontaktmetamorphose zu bezeichnen ist. Das nunmehr metamorphosierte präeocäne Sediment war ein unreiner, kalkhaltiger Sandstein.

Anstehend zusammen mit (541—543) südlich des Lagers 200 unter dem Fallen 49° gegen O. 10° S.

**541. Grünscharer Serpentin.**

Identisch mit (536) etc. S. des Lagers 200.

**542. Dunkelgrüner Plagioklasamphibolit.**

Das Gestein stimmt mit (519) etc. überein. Ursprünglich ein aus leistenförmigem *Plagioklas*, monoklinem *Pyroxen*, *Erzkörnern* und *Apatit* bestehendes Ganggestein, das in einen granoblastischen, aus trüben *Plagioklaskörnern*, grüner resp. gelber, kompakter *Hornblende* und Kleinmineralien bestehenden Amphibolit umgewandelt wurde.

Das Gestein bildet Gänge im Quarzit (540), ebenso wie dasselbe Gestein, jurassische Quarzite und Schiefer (siehe S. 82 hier oben) durchsetzend, von HAYDEN bei Nethang nachgewiesen worden ist.

**543. Weisses Alkalikalkgranit.**

Identisch mit (557), (689). Ganggranit im Quarzit (540).

**544, 546. Grauer, schieferiger Kalkstein.**

In dem feinstruieren Kalkspataggregat mit eingelagerten, eckigen Quarzsplitterchen von ung. 0.06 mm Durchmesser sieht man kleine, authigene Turmalinkristalle. Der Kalkstein zeigt

eine deutliche Kristallisationsschieferung; er ist seitens des Granites oder anderer Eruptivgesteine metamorphosiert worden.

Lose Blöcke in der Endmoräne des Brahmaputragletschers.

**545. 547. 548.** Weissgrauer, gestreifter **Biotitgranit**.

Das Gestein besteht aus *Orthoklas*, *Plagioklas*, *Quarz*, *Biotit* und *Apatit* sowie vereinzelt *Muscovit*blättchen und *Zirkon*kristallen.

Der *Orthoklas* ist einheitlich struiert. — Der *Plagioklas* besteht aus Zwillingen nach dem Albitgesetz; gemessenes Maximum ihrer zu *M* (010) symmetrischen Auslöschungsschiefe = 10°; Schnitte mit zentral austretender Bisectrix *c* löschen parallel den Spaltrissen nach *P* (001) aus; die Lichtbrechung des Plagioklases, zu derjenigen des Quarzes gemessen, zeigte

$$\begin{aligned} \epsilon &> \alpha', \quad \omega < \gamma', \\ \epsilon &< \gamma', \quad \omega < \alpha'. \end{aligned}$$

Aus den erwähnten Observationen geht hervor, dass der Plagioklas ein *basischer Oligoklas*,  $\text{Ab}^2\text{An}^3$ , ist. — Der *Glimmer* ist gewöhnlich ein *Biotit* mit sehr kleiner Achsenapertur;  $\alpha$  = hellgelb mit braunem Ton,  $\beta$  und  $\gamma$  = rotbraun. Er macht ungefähr 10 Volum-% der Gesteinsmasse aus. Dazu treten noch vereinzelt *Muscovit* mit grossem Achsenwinkel. — Der *Apatit* bildet Säulen mit hexagonalem Querschnitt, die sogar im Biotit eingeschlossen liegen. — Recht häufig kommt schliesslich eine myrmekitische Verwachsung von »*quartz vermiculé*» und einheitlichem Feldspat vor.

Die Streifung der Gesteinsmasse wird durch die unter sich parallele Anordnung der Glimmerblättchen verursacht.

Lose Blöcke in der Endmoräne des vom Kubi-gangri kommenden Brahmaputragletschers.

**549.** Gebänderter, kalkspatreicher **Quarzit** oder **Kalkschiefer**.

Lose Blöcke zusammen mit (544) etc.

**550.** Grauer **Gneissgranit** mit Biotit und Hornblende.

Mehr basisch als (548), sonst derselben Gangformation wie dieser Granit zugehörig; kommt als lose Blöcke unter den Blöcken von (548) etc. vor.

**551.** Grauweisser, feinkorniger und loser **Sandstein**.

Das Gestein zeigt den Abdruck eines schmal lanzettförmigen Blattes. »Mutmasslich aus dem höchsten Moränenwall südlich des Lagers 202.«

**552. 553.** Grauer **Gneissgranit**.

Von dem Typus des streifigen Granites (548); z. T. etwas saurer als dieser, dem (480) ähnlich. Lose Blöcke zusammen mit (551).

**554. 555.** Grauer **Quarzit**.

Abgerollte Blöcke aus dem unter (551) erwähnten Moränenwall.

**556.** Brauner **Jaspis**.

Identisch mit (500). Lose Blöcke zusammen mit (551).

**557.** Milchweisser **Granit** mit Muscovit.

Identisch mit (543), (689) etc.; lose Blöcke zusammen mit (551).

**558—563. Serpentin** von verschiedenen Farben.

Serpentinische Massen, oft *chloritische* Partien, frische Reste von *Olivin*, rhombischem und monoklinem *Pyroxen*, *Picotit* und schwarzem *Erzstaub* umschliessend, folglich ein ursprünglicher Lherzolith von derselben Zusammensetzung wie z. B. (536) (564) etc. und derselben eocänen Gangformation wie die übrigen Peridotite des Brahmaputratals zugehörig.

Anstehend 3 Kilom. nördlich des Lagers 203, südlich vom Tugri-la.

**564, 565. Gelblicher, gefleckter Lherzolith.**

Das Gestein besteht aus *Olivin*, *Bronzit*, *Augit* und *Picotit*. Das Allermeiste des Olivins ist indessen in *Serpentin* mit feinen Schnüren staubfeiner Erzkörner umgewandelt worden; der Pyroxen dagegen ist zum grössten Teil frisch und nicht serpentinisiert. (565) zeigt eine starke Verwitterung.

Anstehend auf dem Passe Tugri-la, südlich des Lagers 204.

**566, 567. Dunkel- und graugrüner Serpentin.**

Von derselben Beschaffenheit wie (558) etc. und durch Serpentinisierung eines Peridotites entstanden.

Anstehend das Tugri-kunglungtal hinab, südlich des Lagers 204.

**568, 569. Blaugrüner Serpentin.**

Identisch mit (558) etc.; südlich des Lagers 204, wo der Weg links über eine kleinlugele Gebirgskette abbiegt.

Die hier erwähnten Serpentine zeigen schöne, spiegelnde Gleitflächen.

**570, 571. Weissner Quarz.**

Lose Stücke, mutmasslich aus einem grosseren Quarzgang, bei Martsuk, östlich vom See Guntschu-tso, westlich des Lagers 205.

**572—574. Gelblicher, schieferiger Kalkstein.**

Das Gestein ist vollständig mit der am Westufer des Manasarovar anstehenden Kalksteinserie (631—633) und (638), (639) identisch, wie diese präeocän, mutmasslich jurassisch.

Anstehend westlich des Lagers 205; das Fallen 20° gegen O. 30—40° S.; auch das Fallen 16° gegen O. 10° N. wurde beobachtet.

**575, 577. Grüngrauer, schieferiger Kalkstein.**

Identisch mit (573) etc.

Anstehend in der Nähe des Lagers 206, mit dem Fallen 29° gegen O. 30° S.

**576. Rotblonder, zuckerkörniger Muscovitgranit.**

Das Gestein besteht aus *Orthoklas*, *Plagioklas*, *Quarz*, *Muscovit*, *Granat* und *Biotit*; die beiden letztgenannten Mineralien kommen nur ausnahmsweise vor. — Der *Orthoklas* zeigt einheitlichen Bau; Schnitte nach *M* (010) mit zentral austretender Bisectrix *c* loschen 5° zu den Spaltrissen nach *P* (001) aus; demnach reiner Kalifeldspat. — Der *Plagioklas* baut sich aus Zwillingen nach dem Albit- und Karlsbadergesetz auf. Die symmetrische Auslöschungsschiefe der Zwillingslamellen ist sehr klein; gemessenes Maximum = 4°. Schnitte mit zentral austretender Bisectrix *c* zeigen eine Auslöschung von 8 bis 10° gegen die Spaltrisse nach *P* (001). Der *Plagioklas* ist schwächer lichtbrechend als der *Quarz*:

$$\omega > \alpha'. \quad \varepsilon > \gamma'; \quad \varepsilon > \alpha', \quad \omega > \gamma'.$$

Hieraus geht hervor, dass ein saurer *Oligoklas*.  $Ab^3An^2$  oder  $Ab^5An^1$ , vorliegt. — Der *Quarz* hegt nur äusserst wenige Einschlüsse oder entbehrt solcher vollständig. — Der *Muscovit* bildet dünne Tafeln;  $2E = 65-67^\circ$ . — Der *Biotit* hat  $a = \text{gelb}$ ,  $b$  und  $c = \text{braun}$ .

Die volumetrische Analyse ergab folgende Werte:

Feldspat . . . . .	70 Volum-%.
Quarz . . . . .	19 „ „
Muscovit . . . . .	10 „
Biotit, Granat . . . . .	1 „

Das Gestein zeigt deutliche Spuren eines kraftigen Kataklasses, ohne erwähnenswerte Umkristallisierung.

Anstehend südlich vom See Guntschu-tso, in der Nähe des Lagers 206, Gänge in (575), (577) bildend.

**578—584.** Weissgraue bis weisse, oft streifige **Granite** (Tafel I, Fig. 5).

Die Gesteinsproben bilden Varietäten des im Transhimalaya gewöhnlichen Ganggranites der hier wie im Himalaya sedimentäre Formationen jurassischen Alters, nach HAYDEN und anderen Autoren auch Ablagerungen die mutmasslich dem Kreidesystem zuzurechnen sind, durchsetzt. Die hier zu besprechenden Proben sind als lose Blöcke, südlich vom Guntschu-tso, ostlich vom Tamlung-la, einem Passe in 6,065 m Meereshöhe, aufgefunden worden.

**578** und **580** stimmen sehr nahe mit den weissen *Muscovit* resp. *Turmalin* führenden Graniten (**480**) etc. überein; (**581**), (**579**) scheinen etwas mehr basisch als (**578**), (**580**) zu sein, mit einem beträchtlichem *Biotit*gehalt.

Noch basischer sind die weissgrauen, flasrigen **582, 583**. Diese bestehen aus *Plagioklas*, *Mikroclin*, *Quarz*, *Biotit*, *Hornblende*, *Apatit*, *Eisenerzen* und *Titanit*. — Der *Plagioklas* bildet tafelförmige Individuen mit Neigung zu selbständiger Begrenzung, zusammengesetzt aus Zwillingen nach dem Albit- und Karlsbadergesetz, zuweilen zonaren Bau zeigend. Gemessenes Maximum der zur Zwillingebeine symmetrischen Auslöschungsschiefe  $= 10^\circ$ . Nach der Lichtbrechungsgrösse des *Plagioklasses* relativ zu derjenigen des *Quarzes* muss dieser Auslöschungswinkel als negativ (SCHUSTER) zu bezeichnen sein. Bei der Parallelstellung dieser beiden Mineralien zeigte sich nämlich

	$\epsilon$ des Quarzes	$> \gamma'$ des Plagioklasses,
	$\omega$	$= \alpha'$ „ „ :
bei der Kreuzstellung	$\epsilon$	$> \alpha'$ „ „ :
	$\omega$	$< \gamma'$ „ „ .

Der *Plagioklas* ist folglich ein basischer *Oligoklas*  $Ab^3An^3$ . — Der *Kalifeldspat* zeigt Gitterstruktur. — Der *Quarz* enthält liquide Interpositionen mit beweglicher Libelle. In der Randzone des *Plagioklasses* sieht man oft eine myrmekitische Verwachsung wurmförmig gewundener Quarzstengel mit einheitlichem Feldspat. — Die *Hornblende* bildet lappige Individuen mit  $a = \text{gelb}$ ,  $b = \text{grün}$ ,  $c = \text{blaugrün}$ . — Der *Biotit* zeigt  $a = \text{gelb}$ ,  $b$  und  $c = \text{braun (grün)}$ .

Die volumetrische Bestimmung der Bestandteile ergab folgende Werte:

Plagioklas . . . . .	36.3 Volum-%.
Mikroclin . . . . .	23.4 „
Quarz . . . . .	27.5 „
Hornblende . . . . .	6.2
Biotit . . . . .	4.6 „
Kleinmineralien . . . . .	2

Das Gestein kann als ein hornblende-biotitführender *Kalkalkaligranit* charakterisiert werden.

**584** ist ein turmalin-muscovitführender *Alkalikalkgranit*, der Muscovit in etwas grösserer Menge (4.2 Volum-%) als der Turmalin (3.8 Volum-%). Der *Kalifeldspat* ist einheitlich struierter Orthoklas, der nur selten Mikroklinstruktur in seinen peripherischen Teilen zeigt; zuweilen sieht man regelmässig begrenzte, tafelförmige Orthoklase im Plagioklas eingeschlossen liegen. — Der *Plagioklas* besteht aus Zwillingen nach dem Albit- und Karlsbadergesetz. Schnitte senkrecht zur Bisectrix  $\alpha$  löschen unter  $16^\circ$  gegen die Zwillingssebene. Er zeigt sich in allen Stellungen schwächer lichtbrechend als der Quarz:

$$\begin{aligned}\epsilon &> \gamma', \omega > \alpha', \\ \epsilon &> \alpha', \omega > \gamma'.\end{aligned}$$

Der erwähnte Auslöschungswinkel ist demnach positiv (SCHUSTER) und der Plagioklas ein fast reiner *Albit*. — Der *Quarz* bildet, wie auch sonst in Graniten gewöhnlich ist, den letzten Magmarest, tritt aber auch in der Form selbständiger Individuen im Plagioklas eingeschlossen auf; Einschlüsse sind äusserst selten. — Der *Muscovit* und der *Turmalin* von gewöhnlichem Aussehen; der letztgenannte hat  $c$  = farblos oder gelb,  $a$  = grünblau, und bildet oft regelmässige Säulen mit quergehenden Kluftflächen.

Die Struktur ist deutlich kataklastisch mit Relikten von Feldspaten und Quarz, umgeben von Mörtelkränzen.

Die chemische Analyse, von Herrn Doktor S. T. TYDÉN, Alnarp, ausgeführt, ergab folgende Werte:

SiO <sub>2</sub> . . . . .	74.24 %
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0.14 »
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	13.95 »
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1.36 »
MnO . . . . .	0.28 „
MgO . . . . .	1.76 »
CaO . . . . .	0.68
Na <sub>2</sub> O . . . . .	3.51 »
K <sub>2</sub> O . . . . .	2.72
H <sub>2</sub> O . . . . .	0.51 „
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0.31 »
Summe	99.46 %

Nach Reduktion und Umrechnung nach dem Vorschlag von OSANN erhält man:

	Gewichts- prozent	Molekular- portionen.	Molekular- prozent.
SiO <sub>2</sub> . . . . .	76.00	125.80	80.95
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	14.24	13.90	8.93
FeO . . . . .	0.92	1.28	0.81
CaO . . . . .	0.69	1.25	0.80
MgO . . . . .	1.80	4.46	2.90
K <sub>2</sub> O . . . . .	2.77	2.94	1.90
Na <sub>2</sub> O . . . . .	3.58	5.77	3.71
Summe	100.00	155.40	100.00

Gruppenwerte	Projektionswerte.
$s = 80.95$	
$A = 5.61$	$a = 11$
$C = 0.80$	$c = 1.5$
$F = 3.71$	$f = 7.5$ ;
$M = 0.00$	demnach $a > f > c$ .
$T = 2.52$	
$k = 2.07$	
$n = 6.62$	

Diese Werte stellen freilich das Gestein in dem OSANN'schen Projektionsfeld (hier unten S. 156) zu den Alkalikalkgraniten hin; bemerkenswert ist indessen, dass (584) sich von dem normalen Typus dieser Gruppe durch seinen geringen Gehalt an CaO unterscheidet;  $c = 1.5$ . Diese Abweichung kann jedoch, wie die optische Analyse zeigt, dadurch erklärt werden, dass der Plagioklas des (584) aus fast reinem Albit mit nur wenigen Prozent Anorthit besteht. Übrigens steht das Granitmagma (584) aus dem Transhimalaya dem Granit von Hautzenberg <sup>1)</sup> sehr nahe.

**585. 586. Grauer, hornblende-biotitführender Gneissgranit.**

Das Gestein besteht aus *Quarz*, *Plagioklas*, stark zurucktretendem *Orthoklas*, *Hornblende*, *Biotit*, *Apatit*, *Zirkon*. — Der *Quarz* zeigt deutliche Pressungserscheinungen, undulöse Auslöschung oder Quetschung zu ungefähr gleichgrossen, verzahnten Körnern. — Der *Plagioklas* ist oft zonar gebaut; nach der optischen Analyse bestehen die Randpartien aus  $Ab^4An^1$ , die zentralen aus  $Ab^2An^1$ . — Der *Biotit* zeigt die Absorption  $c > a$  und  $b$ ;  $a =$  gelb,  $b =$  rotbraun,  $c =$  rotbraun. Die Achsenwinkelöffnung kaum merkbar.

Die Struktur ist homooblastisch, granoblastisch. Die Textur zeigt Kristallisationsschieferung, die teils durch die Streckung der Quarzindividuen in dieselbe Richtung, teils durch die dieser Streckung parallele Anordnung der Biotitschuppen hervorgerufen wird. — Das Gestein ist ein innerhalb der mittleren Tiefenzone gepresster Kalkalkaligranit, ein Mesoplagioklasgneiss.

Lose Blockanhäufungen westlich vom Tamlung-la. zwischen den Lagerplätzen 207 und 208, nördlich vom Tage-tsanpo.

**587. Weissgrauer Zweiglimmergranit.**

Das Gestein besteht aus saurem *Oligoklas*, *Orthoklas* (*Mikroklin*), *Quarz*, *Biotit*, *Muscovit*, vereinzelt *Zirkonen* und *Apatiten*: es ähnelt vollständig (579), (581) etc., ist nur etwas feinkörniger als diese. Lose Blöcke zusammen mit (585) etc.

**588. Grauweisser, turmalin- und muscovitführender Alkalikalkgranit.**

Identisch mit (584)

Lose Blöcke zusammen mit (587).

**589. Milchweisser Quarz.**

Teil eines Quarzganges, östlich des Lagers 208.

**590. Blaugruener Serpentin.**

Identisch mit den früher beschriebenen. Westlich des Lagers 208, „Quelle Nr. 1“.

<sup>1)</sup> ROSENBRUCH, Elemente der Gesteinslehre, Stuttgart 1910, S. 230, Analyse 1

**591. Lherzolith.**

Das Gestein, von beinahe vollständiger Frische, besteht aus *Olivin* (64 Volum-%), *Bronzit*, *Augit* (zusammen 35 Volum-%) und *Picotit*. Es stimmt z. B. mit (504) überein und gehört derselben eocänen, ultrabasischen Eruptivformation wie dieses an.

Kommt zusammen mit (590) vor.

**592. Rotblonder, feinkristallinischer Kalkstein.**

Das Gestein besteht aus Kalkspatrhomboëdern von ungefähr 0.3—0.4 mm Durchmesser; in den Zwischenräumen hat sich gelbrotes Eisenhydroxyd ausgeschieden. Zuweilen ist eine oolithische Struktur angedeutet. Am linken Ufer des Tage-tsanpo, östlich des Lagers 209.

**593, 597. Grauweißer, dichter Kalkstein.**

Teilweise umkristallisierter Kalkstein mit unbestimmbaren Fossilienresten. Zusammen mit (592).

**594. Serpentinisierter Lherzolith.**

Identisch mit (590); zusammen mit (592) etc.

**595, 596, 598. Roter Kalkstein mit Echinodermresten.**

Das Gestein besteht aus Kalkspatkristallen, die oft eine langgestreckte Form zeigen, und durch ihre unter sich parallele Anordnung eine Schieferung hervorrufen. Diese wird noch durch Einlagerung eines durch Eisenhydroxyd rotgefärbten Tones verstärkt. Die Fossilienfragmente bestehen aus Resten von Crinoideenstielgliedern.

Anstehend zusammen mit (592).

**599. Serpentinisierter Peridotit.**

Identisch mit (590), (594) etc.

Am rechten Ufer des Tage-tsanpo, östlich des Lagers 209.

**600. Roter Quarz.**

Zusammen mit (601).

**601. Weißer, quarzitischer Sandstein.**

Identisch mit z. B. (418). Anstehend im Hügel gleich nördlich des Lagers 210.

(602 fehlt in der Sammlung.)

**603—605. Grauer, schieferiger Sandstein (Taf. V, Fig. 4) oder feinkorniges Konglomerat.**

Das Gestein besteht aus kleinen Bruchstücken von Granit, Kalkstein und dichtem Schiefer, von Quarz, Plagioklas, Orthoklas (Mikroklin), braunem Biotit, Muscovit und Turmalin; dazu treten Kalkspatkristalle und Chloritpartien. — Der Granit zeigt häufig starke Pressungserscheinungen; er besteht aus Plagioklas, oder dessen feinschuppigen Umwandlungsprodukten, Quarz, Biotit, Muscovit und myrmekitischer Verwachsung von Quarz und Feldspat; andere Granitfragmente bestehen aus umgewandeltem Feldspat, Quarz, Muscovit, Turmalin und chloritischen Substanzen. Die Granitfragmente rühren offenbar von den eocänen Ganggraniten der Gegend her. — Die Kalksteinfragmente bestehen aus einem kristallinen Kalkspatgemenge mit unbedeutenden Quarzsplitterchen; ein Kalksteinstück konnte vielleicht als Fragment einer *Orbito-*

*lina*-Species gedeutet werden. — Die Schieferstücke sind phyllitisch. — Die Quarzfragmente sind scharfeckig, von unregelmässiger Form, ebenso wie die Feldspatfragmente. Die letztgenannten bestehen teils aus Kalifeldspat (Orthoklas und Mikroklin), teils aus Natronkalkfeldspat (gewöhnlich ein saurer Oligoklas). — Die Bruchstücke von Turmalin zeigen c farblos, a gelbbraun. — Alle diese Fragmente liegen in einer kristallinen Kalkspatmasse eingebettet und durch eine solche verkittet.

Wir haben hier, allem Anschein nach, einen Vertreter der von GRIESBACH<sup>1)</sup> aus der Gegend zwischen Nabgo und Dongpu in Hundés beschriebenen, grauen Sandstein- und Konglomeratformation, die hier diskordant auf den »Nummulitic rocks» aufrucht und als miocänen Alters angenommen wird.

Das Gestein bildet einen Hügel nördlich des Lagers 210.

**606.** Grauer, schieferiger **Sandstein** oder feinkörniges **Konglomerat**.

Identisch mit (604) und (605). Anstehend gleich s. von Toktjen; das Fallen 21° gegen W. 15° N.

**607.** Grauer **Mesoalkalifeldspatgneiss** (Taf. III, Fig. 3).

Das Gestein besteht aus *Orthoklas*, *Plagioklas*, *Quarz*, *Muscovit*, *Biotit*, *Magnetit* und einzelnen *Granaten*. — Der *Orthoklas* ist, seinem optischen Befunde nach, ein Kaliorthoklas. — Der *Plagioklas* baut sich aus Zwillingen nach dem Albitgesetz auf. Gemessenes Maximum dieser zu *M* (010) symmetrischen Auslöschungsschiefe = 10°; Schnitte mit zentral austretender Bisectrix  $\alpha$  löschen ebenfalls unter 10° gegen *M* (010) aus; die Lichtbrechung sowohl für  $\alpha'$  wie  $\gamma'$  schwächer als  $\epsilon$  und  $\omega$  des Quarzes; der erwähnte Auslöschungswinkel ist demnach positiv (SCHUSTER), und der Plagioklas ein fast reiner *Albit*,  $\text{Ab}^9\text{An}^1$ .

Die Struktur kommt der homooblastischen (granoblastischen) am nächsten, jedoch mit Andeutung lentikulärer Struktur mit linsenförmigen Relikten. Durch die Parallelanordnung dieser Linsen wird eine Kristallisationsschieferung hervorgerufen; diese wird durch die den Linsen parallele Orientierung der Muscovitschuppen noch verstärkt.

Das Gestein, ein gepresster Granit von den saureren Granitvarietäten des Transhimalaya, ist anstehend bei Tuksum, dem Lager 190. angetroffen worden.

**608.** Grauweißer, verwittert gelblicher, **Quarzit**.

Schon makroskopisch ist die Psammitstruktur des ursprünglichen Gesteins bemerkbar. Unter dem Mikroskope sieht man, dass das Gestein aus Quarzkörnern, von 0,5—0,7 mm Durchmesser, die mit verzahnten Rändern in einander greifen, besteht. In mehreren Fällen markiert indessen eine feine Detrituslinie die frühere abgerollte Form der Quarzkörner. Die Auslöschung ist undulos oder zeigt noch stärkere optische Deformationen, hervorgerufen durch die Pressung der Gesteinsmasse. Zwischen den Quarzkörnern liegen in unbedeutender Menge *Glimmer*-schüppchen und *Chlorit*substanzen.

Gleich nördlich des Lagers 214 am westlichen Ufer des Manasarovar; das Fallen 55° gegen S

**609—616.** Weisse oder grauweiße **Epiorthoklasgneisse**.

Alle diese Gesteinsvarietäten stammen vom »kleinen Passe», dem nördlichen Abhang des Gurla-mandata. Obwohl geringe Variationen in der Zusammensetzung und Struktur der hie-

<sup>1)</sup> Geology of the central Himalaya, Mem. Geol. Survey of India, Vol. 23, Calcutta 1891, S. 131



hergehorigen Gesteine verspürt werden können, sind diese doch nicht von der Bedeutung, dass die Varietäten auseinandergehalten werden müssen.

Das Gestein besteht aus *Orthoklas* (*Mikroclin*), *Plagioklas*, *Quarz*, *Biotit*, *Muscovit*, *Apatit*, *Zirkon* und *Eiseners.* — Der *Orthoklas* ist ein reiner Kaliorthoklas ohne mikroperthitische Albiteinlagerungen, zuweilen eine verschwommene Mikroklinstruktur zeigend. — Der *Plagioklas* tritt gegen den Orthoklas an Menge stark zurück; die optische Analyse desselben wird hier unsicher; jedoch scheint ein  $Ab^4An^1$  oder ein  $Ab^3An^1$  vorzuliegen. — Der *Quarz* zeigt undulöse Auslöschung, oft kommt er in myrmekitischer Verwachsung mit einheitlich struiertem Feldspat vor. — Der *Muscovit* hat  $2E = 37$ . Der *Biotit*:  $a =$  hellgelb,  $b$  und  $c =$  braun oder braunrot.

Die Struktur ist kataklastisch, eine Mortelstruktur mit linsenförmigen Relikten von Orthoklas und Quarz. Die chemische Neubildung ist unbedeutend. — Die Textur ist lentikulär schieferig, porphyroblastisch. Ursprünglich ein Zweiglimmergranit, der durch Pressung zerquetscht wurde.

**617, 618.** Flaseriger, turmalinführender **Epiorthoklasgneiss** (Taf. III, Fig. 1 und 2).

Diese Varietäten, die am Nordabhang des Gurla-mandatta, etwas westlich von den zuletzt behandelten, anstehen, zeigen eine noch stärker ausgeprägte lentikuläre Textur. Die Linsen sind gewöhnlich lang ausgezogen, elliptisch und bestehen aus:

1) gequetschem, undulös auslöschendem, verzahntem *Quarz*, zuweilen zu dünnen Lamellen ausgewalzt, die, dieselbe Richtung unter sich inne haltend, durch braune Biotitstreifen getrennt sind;

2) *Feldspat* (Orthoklas und Plagioklas), mit deutlichen Zeichen optischer Deformationen; auch um diese Linsen herum sieht man Biotit und andere Glimmerminerale, sowie Chlorit mit unternormalen Interferenzfarben;

3) *Orthoklas* und *Turmalin*, stark gequetscht, so dass die Turmalinfragmente, die ursprünglich offenbar zusammengehörten, jetzt von einander verschoben liegen; der Turmalin hat  $c =$  farblos oder schwach aquamarinblau,  $a =$  gelbbraun;

4) zertrümmerter Granitmasse.

Zwischen den Linsen liegen die eigentlichen Quetschzonen, bestehend aus Quarz- und Feldspatkörnern, braunen Biotit- und farblosen Muscovitschuppen (offenbar sehr oft sekundär) und deutlich sekundären Chloritpartien.

Das ursprüngliche Gestein war ein turmalinführender Alkalifeldspatgranit von dem sowohl im Transhimalaya wie im Himalaya gewöhnlichen Typus der eocänen Ganggranite. Die Dynamometamorphose fand in der oberen Zone statt. (618) zeigt eine schwarze, spiegelnde Gleitfläche.

**619.** Weisser, schwach streifiger **Epiorthoklasgneiss**.

Das Gestein zeigt ungefähr dieselbe Zusammensetzung wie (612), ist nur etwas saurer als dieser Granit und mit saurerem Plagioklas als dem für diesen letzteren charakteristischen; die Randzone kann aus  $Ab^{11}An^2$ , die zentralen Partien desselben Individuums aus  $Ab^8An^3$  bestehen. Ausserdem treten in (619) vereinzelte hellrote Granate auf. Sonst scheinen die erwähnten Gesteine, auch was die Struktur betrifft, identisch zu sein.

Lose Blöcke bei der hochstgelegenen Raststelle auf dem Gurla-mandatta.

**620, 623.** Grauer, kalkhaltiger **Sandstein**.

Identisch mit (498) etc. Lose Stücke am Westufer des Manasarovar.

**621.** Weisser, gelblicher **Kieselschiefer**.

Loser Block zusammen mit (620) etc.

**622, 624.** Weisser **Epiorthoklasgneiss**.

Identisch mit (617). Lose Blöcke zusammen mit (620) etc.

**625.** Grauweisses, lockeres, feinkornigeres **Konglomerat**.

Das Gestein, so locker dass es sich beim Druck der Finger leicht zerkleinert, besteht aus kleinen, abgerollten Körnern von dem in der Gegend gewöhnlichen, weissen Granite, Schieferfragmenten, Quarzkörnern etc., verkittet durch sekundären Calcit. Das Ganze macht den Eindruck einer sehr jungen Ablagerung. — Die Stufe (625) ist freilich als loser Block aufgehoben worden von der höchsten Terrasse am Lager 214. aber absolut dasselbe Gestein kommt auch anstehend nahe der Brücke bei dem Kloster Tschu-gumpa (649), (650) vor, hier horizontal gelegene Lagen bildend, die nicht die Gebirgsfaltung der übrigen Formationen mitgemacht haben und jünger als diese sind.

Dieselbe Formation wird von R. STRACHEY,<sup>1)</sup> GRIESBACH<sup>2)</sup> u. a. m. aus Hundés als plio- oder pleistocene Ablagerungen mit Säugetierresten beschrieben, auch hier horizontal auf dem gegen N.O. fallenden Sandstein, der angeblich nicht älter als miocän sein kann.

**626.** Weisser, verwittert rotlicher, **schieferiger Kalkstein**.

Das Gestein, ein kristallinischer Kalkstein, besteht aus Kalkspatkristallen von ung. 0.1 mm Durchmesser, und seltenen Quarzsplitterchen von derselben Grösse wie die Kalkspate. Identisch mit (631), (638—640), (651), (678—680) etc.

Anstehend zusammen mit (627) im zweiten roten Hügel nördlich des Lagers 214.

**627.** Weissgrauer, quarzitischer **Sandstein** oder **Quarzit** (Taf. VII, Fig. 5).

Die Quarzkörner, von  $\frac{1}{2}$  oder  $\frac{3}{4}$  mm Durchmesser, greifen mit verzahntem Rand in einander; zuweilen deutet ein feiner Detritussaum die frühere, abgerollte Form der Körner an. Der Quarz zeigt undulose Auslöschung oder sogar Druckzwillinge. Die Einschlüsse sind liquid; man sieht zuweilen auch feine Rutilnadeln in gewöhnlicher Orientierung. Zwischen die Quarzkörner schmiegen sich braune Biotit- und farblose Muscovitschuppen, durch deren Parallelanordnung eine gewisse Schieferung hervorgerufen worden ist. In der Gesteinsmasse liegen auch zerstreute Turmalinkörner oder Bruchstücke solcher; c = farblos, a = braungelb oder graulich blau. — Das frühere Gestein, ein aus abgerollten Granitquarzkörnern und unbeträchtlicher Zwischenmasse gebildeter Sandstein, wurde durch gleichzeitige Pressung und Kontaktmetamorphose, Piezokontaktmetamorphose (WEINSCHENK), in einen Quarzit mit verzahnter Struktur, mit Spuren einer kraftigen Kataklyse und mit Kontaktmineralien wie Turmalin und Glimmer umgewandelt.

Anstehend zusammen mit (626); (608), mit welchem (627) identisch ist, wurde etwas weiter sudwärts angetroffen.

**628—630.** Dunkler, verwittert rostgelber, **quarzitischer Sandstein**.

Das Gestein stimmt sehr nahe mit (608), (627) etc. überein, bestehend wie diese aus stark gepressten, verzahnten Quarzkörnern, die jedoch in allgemeinen etwas kleiner als diejenigen der

<sup>1)</sup> Quarterly Journ. Geol. Soc., London 1851, S. 306

<sup>2)</sup> Geology of the Central Himalaya, Mem. Geol. Survey of India, Vol. 23, Calcutta 1891, S. 84, 131.

erwähnten Gesteine sind (der Durchmesser 0.3—0.4 mm). Dazu sind sie reicher an Glimmer, Eisenhydroxyd und Turmalinkristallen; die zuletzt genannten sind kurz saulenförmig, hemimorph, von drei- bis neunseitigem Querschnitt und mit  $c$  = farblos,  $a$  = blau, blaugrün oder gelbbraun. Klar ist indessen, dass der Unterschied unbedeutend ist, und dass alle diese Gesteine piëzokontaktmetamorphosierte Sandsteine sind, älter als die tertiären Gebirgsfaltungen und Eruptivformationen dieser Gegend.

Anstehend am Westufer des Manasarovar, nördlich von (626). Das Fallen 32° gegen S. 20° W.

**631—633. Gelblicher, feinkristallinischer, schieferiger Kalkstein.**

Identisch mit (626) etc. Anstehend nördlich von (630), südlich von Tschiu-gumpa am Westufer des Manasarovar. Das Fallen 48° gegen S. 20° W. Der Kalkstein liegt also konkordant unter dem Sandstein (628).

**634. Rotblonder Sericitquarzit.**

Stark gefalteter Quarzit, der sich abwechselnd aus grob- und feinkörnigeren Lagen zusammensetzt. Die gröberen Lagen bestehen aus unregelmässig polyëdrischen Quarzkörnern von bis zu 0.6 mm Diameter, die feinkörnigeren ebenso aus unregelmässigen Quarzsplitterchen von ungefähr 0.05 mm Durchmesser nebst kleinen Schuppen von farblosem Glimmer und regelmässig ausgebildeten Turmalinsäulchen. Die Parallelanordnung der Glimmerschuppen bewirkt eine deutliche Kristallisationsschieferung. — Ursprünglich ein Bänderton, aus abwechselnd feinen, tonigen und etwas gröberen, rein sandigen Lagen bestehend, jetzt durch Piëzokontaktmetamorphose in schieferigen Sericitquarzit umgewandelt. Identisch mit (641) etc.

Anstehend etwas nordwärts von (633), konkordant unter der Kalksteinzone mit demselben Fallen und Streichen wie diese.

**635. Gelbweisse Quarz-Kalkspatbreccie.**

Eckige Fragmente von milchweissem Quarz, durch grosse, gelbe Kalkspatkristalle verkittet. — Zusammen mit (634).

**636. Bläulich grauer, dünnplattiger, schieferiger Kalkstein.**

Das Gestein besteht aus kleinen Kalkspatkriställchen von ung. 0.07—0.10 mm Länge und 0.03 mm Höhe. Die Längsachsen der verschiedenen Individuen haben alle dieselbe Richtung, wodurch der Kalkstein eine gestreckt schieferige Textur bekommt. Ab und zu erscheinen sehr seltene, zerstreute Quarzsplitterchen. — Kleine, rundliche oder ovale, dunkler gefärbte Partien im Gestein bilden mutmasslich Reste des ursprünglichen Kalksteins vor der Umkristallisierung.

Anstehend zusammen mit (634), denselben unterlagernd, mit demselben Fallen und Streichen wie dieser.

**637. Gelbweisse Quarz-Kalkspatbreccie.**

Identisch mit (635). Etwas nördlich von (636) anstehend.

**638—640. Gelber, feinkristallinischer, schieferiger Kalkstein.**

Identisch mit (631), (651). (678—680) etc., anstehend nördlich von (634), südlich von Tschiu-gumpa. (638) und (639) mit dem Fallen 35° gegen S. 10° W., (640) mit dem Fallen 54° gegen S. 40° W.

**641—644. Rötlicher Sericitquarzit mit Turmalinkristallen.**

Das Gestein besteht abwechselnd aus quarzigen und glimmerreichen Lagen. — Die erstgenannten setzen sich aus grosseren Quarzkörnern zusammen, welche mit verzahnter oder gerader Begrenzung sich unmittelbar an einander fügen oder durch ein feinkristallinisches Quarzaggregat verkittet worden sind. In diesem Aggregat sieht man kleine Schuppen von farblosem Glimmer ohne gegenseitige Ordnung und kleine, idiomorphe Turmalinkristalle, die zuweilen eine hemimorphe Endausbildung aufweisen, das eine Ende mit  $P$  (10 $\bar{1}$ 1), das andere mit  $c$  (0001). Der Pleochroismus sehr stark:  $c$  = farblos,  $a$  = tief blaugrau. — Die glimmerreichen Zwischenlagen bestehen aus untergeordneten Quarzindividuen mit geradem Rand und aus massenhaft vorhandenem, farblosem Glimmer in Form dünner Schuppen, die nur teilweise parallel den Schichtebenen, gewöhnlich schief zu denselben liegen. Auch hier treten kleine Turmalinkristalle auf. — Das Gestein ist offenbar ein piëzokontaktmetamorphosierter, unreiner Sandstein, älter als die eocäne Eruptionsperiode.

Anstehend in der roten, steil abfallenden Felsenecke, nördlich von (640), mit demselben Streichen und Fallen wie dieser Kalkstein.

**645. Gelblicher oder rotblonder Kalkstein.**

Identisch mit (640). Loser Block unterhalb der unter (641—644) erwähnten, roten Felsenecke.

**646. Roter Quarz.**

Lose Blöcke zusammen mit (645).

**647. Graugelber, gestreckter, quarzitischer Sandstein.**

Das Gestein, das mit (644) identisch zu sein scheint, besteht aus eckigen Quarzkörnchen, vereinzelt Feldspaten und Bruchstücken eines braunen, feinstruierten Tonschiefers. Zwischen diese Bestandteile schmiegen sich farblose Glimmerschuppchen und Kalkspatkriställchen, so angeordnet, dass sie eine deutliche Kristallisationsschieferung hervorrufen. Dazu treten noch kleine, saulenförmige, hemimorphe Turmalinkristalle, offenbar authigen, mit  $c$  = farblos,  $a$  = tiefblau oder blaugrün. — Das Gestein repräsentiert einen piëzokontaktmetamorphosierten, präeocänen Sandstein.

Anstehend im roten Felsenhügel gleich südlich des Lagers 219, Tschiu-gumpa.

**648—650. Grau-weissgesprenkeltes, feinkörniges Konglomerat.**

Die abgerollten Körner, die das Konglomerat zusammensetzen, sind von 2—3 cm Durchmesser und bestehen aus:

- 1) Gelbbraunem Kieselschiefer mit undeutlichen Resten von Radiolarien (?),
- 2) Dunklem Phyllitschiefer,
- 3) Feinkristallinischem Quarzit,
- 4) Faserigem, schwach polarisierendem Serpentin mit feinem Erzstaub,
- 5) Orthoklas, Mikroklin, Plagioklas,
- 6) Quarz, optische Deformationen zeigend,
- 7) Turmalin, Muscovit und Biotit.

Diese Körner und Fragmente beweisen, dass das Konglomerat auf Kosten der weissen Ganggranite, der Peridotite und der von diesen Eruptiven durchsetzten, prätertiären Sedimentärformationen, die den Gebirgsgrund der umgebenden Gegend ausmachen, gebildet worden ist. Das Konglomerat muss also jünger als die eocäne Eruptivformation, d. h. posteocän, sein.

Bei (648) werden die Bestandteile durch ein feinkristallinisches Quarzaggregat verkittet, bei (649) und (650) ist deren Zusammenfügung eine sehr lose.

Anstehend nahe der Brücke beim Kloster Tschiu-gumpa, horizontale Lagen bildend, die diskordant den älteren Formationen der Gegend aufliegen. Diese horizontalen Formationen haben folglich die Gebirgsfaltungen des Himalaya und Transhimalaya nicht mitgemacht, wie z. B. so junge Ablagerungen wie die miocäne, und müssen also selber plio- oder pleistocän sein. Sie gehören, ebenso wie die früher beschriebenen (603–606) und (625), der pleistocänen Ablagerung mit Säugetierresten an, die nach STRACHEY, LYDEKKER, GRIESBACH u. a. m. als mächtige, horizontale Lagen die mesozoischen und tertiären Formationen Hundés' bedecken.

**651. Gelblicher, feinkristallinischer, schieferiger Kalkstein.**

Identisch mit (640). Streicht, auf dem Kopf stehend, O. 30° S.—W. 30° N. »Im nordwestlichen Gebirgssattel nahe dem Kloster Tschiu-gumpa.«

**652. Rötlicher Quarzit mit Sericitschüppchen.**

Identisch mit (642) etc. Bildet den Klosterfelsen Tschiu-gumpa's und ist stark gefaltet.

**653, 654. Grüne oder violette phyllitische Schiefer.**

Das Gestein zeigt eine parallelepipedische Absonderung. Unter dem Mikroskope sieht man die schieferige, feinschuppige Masse aus Quarzflitterchen, Glimmer- und Chloritschüppchen zusammengesetzt. Die grüne Farbe wird vom Chloritgehalt, die braunviolette von Chlorit zusammen mit rotbraunem Eisenoxydstaub bewirkt.

Anstehend in den höchstgelegenen Teilen des Patschentales, n.n.ö. von der nordöstlichen Ecke des Manasarovar.

Was das Alter dieser stark metamorphosierten Schiefer betrifft, so liegt keine Möglichkeit einer direkten Bestimmung vor. Von rein petrographischem Gesichtspunkt aus können diese Schiefer, wie mir auch Herr Generalsuperintendent HAYDEN schreibt, zu der präkambrischen Kongbu-Serie ebenso gut wie zu der jurassischen, seitens der eocänen Granit-Diabas-Peridotit-Intrusionen metamorphosierten Schieferformation gerechnet werden. Andererseits spricht ihr Vorkommen in der Nähe anderer, unzweifelhaft jurassischer Ablagerungen und in einer Gegend, von welcher sonst keine paläozoische oder prä-paläozoischen Bildungen bekannt sind, für die Annahme, dass sie dem Jurasystem zugehörig sind. Ich glaube aber kaum, dass die betreffenden Schiefer auch nur jurassisch sind. Sie stimmen nämlich sehr gut mit gewissen der jungcretaceischen von GRIESBACH und v. KRAFFT aus Hundés und Kumaun beschriebenen »Flysch«-Formation zugehörigen, stark metamorphosierten Schiefen überein. Es ist also nicht unmöglich, dass sie dem Kreidesystem zuzurechnen seien.

**655, 656. Grüner, phyllitischer Schiefer mit Quarzdrüsen.**

Identisch mit (653). Anstehend im Patschental, »da wo der Elf gemessen wurde«. Das Fallen wird zu 21° gegen O. 5° N. und 24° gegen O. 10° N. angegeben.

**657. Grünlicher Quarzschiefer.**

Das Gestein besteht aus eckigen Bruchstücken von Quarz, Plagioklas und (selten) Orthoklas, in einer feinkristallinischen Grundmasse eingebettet. Die Grundmasse zeigt zuweilen eine pilotaxitische oder mikrogranitische Struktur; gewöhnlich ist sie mikrofelsitisch, durch sekundäre Glimmer- und Chloritausscheidung stark verändert, und nimmt durch die Parallelanordnung dieser schuppigen Mineralien eine schieferige Textur an. Die Schieferung schmiegt sich um die grösseren Mineralfragmente herum, wodurch eine lentikulär schieferige Textur hervorgerufen

wird. — Der Quarz und die Feldspate zeigen Biegungen, Knickungen, undulöse Auslöschung und andere optische Deformationen, beweisend, dass die Gesteinsmasse einer starken Pressung ausgesetzt worden ist. Die wahre Natur dieses Gesteins zu bestimmen, ob ein stark gepresster und umgewandelter Dacit oder ein durch sekundäre Umwandlungen veränderter Kristalltuff, ist mir vorläufig nicht möglich.

Anstehend im Patjental zusammen mit (655).

**658. Grüner, phyllitischer Schiefer.**

Identisch mit (653). Anstehend im Patschental, am Westufer des Elfes.

**659. Grünlicher Quarzschiefer.**

Identisch mit (657). Anstehend zusammen mit (658).

**660. Grüner, phyllitischer Schiefer.**

Identisch mit (653), (658) etc. Anstehend im Patschental, am Ostufer des Elfes. Das Fallen 27° gegen O. 12° N.

**661. Grünlicher Quarzschiefer.**

Im grossen und ganzen mit (657) übereinstimmend, nur mit dem Unterschied, dass seine Mineralfragmente nicht so dicht angehauft sind wie in (657), und dass die Quarze ab und zu die Form eines Dihexaëders mit schmalem Prisma zeigen können. Die Deutung dieses Gesteins als ein stark umgewandelter Dacit scheint mir wahrscheinlicher als die Deutung desselben als ein durch sekundäre Vorgänge umgewandelter Kristalltuff.

Kommt in konkordanter Lagerung, mit (660) vor.

**662–666. Gelblicher, quarzitischer Sandstein.**

Das Gestein ist mit (418), (627), (628) etc. identisch, ein durch Dynamometamorphose umgewandelter Sandstein mit ziemlich deutlich ausgeprägter blastopsammitischer Reliktstruktur, ein Quarzit mit verzahnter Struktur und mit sekundären Calcit- und Glimmerrasscheidungen. — (662) und (664) bilden Breccien, deren unregelmässig scharfeckige Quarzitfragmente durch Calcit verkittet werden. Auch die Gleitflächen der Stufe (666) deuten das Vorhandensein einer Verwerfungslinie in der Gegend von Pundi-gumpa an.

Anstehend gleich südlich vom Kloster Pundi-gumpa, nordwärts vom Manasarovar; das Fallen wird, wenn auch mit Fragezeichen, zu 59° gegen S. 20° W. angegeben.

**667. Graugrüner Kalkstein.**

Zusammen mit (668).

**668. Grüner Porphyrit.**

Das Gestein, allzu stark verwittert, um eine nähere Bestimmung zuzulassen, besteht aus einer trachyt- bis ophitstruierten Grundmasse mit Einsprenglingen von Plagioklas.

Anstehend am Nordufer des Manasarovar 2 Kilom. westlich des Lagers 122.

**669. Grauer, sandiger Schiefer.**

Zusammen mit (670).

**670. Graugelber, quarzitischer Sandstein.**

Identisch mit (627), (665) etc. Anstehend »am grossen Block« gleich westlich von (668). Das Fallen 59° gegen O. 35° N.

**671. Graugelber, quarzitischer Sandstein.**

Dasselbe Gestein wie (670) etc. Anstehend gleich südwestlich vom Kloster Tschärgip-gumpa, am Nordwestufer des Manasarovar. Das Fallen  $14^\circ$  gegen N.  $20^\circ$  W.

**672. Grünes, kalkspat- und chloritreiches Quarzitgestein.**

Kommt an demselben Fundorte wie (671) vor.

**673. 674. Graugelber, schieferiger, kristallinischer Kalkstein.**

Die Kalkspatindividuen sind im allgemeinen langgestreckt und in Parallelanordnung liegend, können aber auch eine wirre Anordnung zeigen. Ab und zu treten idiomorphe Turmalin-Kristalle von gewöhnlicher Säulenform auf. Im Kalkstein erscheinen schiefrige, von Glimmer-Schüppchen und opakem Erzstaub gebildete Zwischenlagen mit feiner Kräuselung oder Fäلتung. — Das Gestein stimmt mit den in dieser Gegend gewöhnlichen, schieferigen Kalksteinen (675) etc. überein, und ist, wie der Gehalt an authigenem Turmalin beweist, älter als die eocäne Eruptivformation derselben Gegend.

Anstehend in der Nähe zweier Höhlen an der Nordwestecke des Manasarovar.

**675–685. Graue, gelbliche bis hellrote, schieferige Kalksteine.**

Vollkommen identisch mit (626), (631–633), (636–640), (651), (673), (674) etc. und ebenso wie diese präecän. — (676), (677) und (682) bilden eine Quarz-Kalkspat-Breccie von demselben Aussehen wie (635), (637). — Die Proben (675–680) sind am Westufer des Manasarovar zwischen den Klöstern Tschärgip-gumpa und Tschiu-gumpa angetroffen worden, alle mit ungefähr demselben Fallen  $10$ ,  $12$  bis  $38^\circ$  gegen N. oder N.  $10^\circ$  O. — (681) und (682) beim Lager 225, am Ostufer des Rakas-tal mit dem Fallen  $49^\circ$  gegen O.  $15^\circ$  N. — (683) ungefähr 4 Kilom. südwärts vom (681), fallend  $41^\circ$  gegen S.  $25^\circ$  O. — (684) ung.  $1\frac{1}{2}$  Kilom. s.ö. von (683), fallend  $60^\circ$  gegen S.  $40^\circ$  O. (685) noch  $1\frac{1}{2}$  Kilom. gegen S.O. mit dem Fallen  $39^\circ$  gegen W.  $30^\circ$  N.

Dass diese schieferigen Kalksteine präecän sein müssen, geht z. B. daraus hervor, dass sie authigene Turmalinkristalle, die einer Kontaktmetamorphose seitens der eocänen, intrusiven Gangformation dieser Gegend ihre Bildung zu verdanken haben, beherbergen. Sie stimmen petrographisch vollständig mit den Kalkschiefern aus Phari, die mir gutigst zum Vergleich von Herrn Generalsuperintendenten HAYDEN gesandt wurden, überein. Die Phari-Kalkschiefer, mutmasslich jurassischen Alters, sind petrographisch vollkommen identisch mit den aus Gyantse von HAYDEN<sup>1</sup> beschriebenen jurassischen Kalkschiefern. Also sollten auch die schieferigen, kristallinischen Kalksteine aus der Gegend zwischen dem Manasarovar und Rakas-tal dem Jura-system zuzurechnen sein.

**686. Brauner, schwarzgefleckter Lherzolith.**

Das Gestein ist grobkristallinisch und besteht aus *Olivin*, rhombischem und monoklinem *Pyroxen* und *Picotit*. — Der *Olivin* ist von einander kreuzenden Flächen durchzogen, längs welchen derselbe in gelbe oder braungelbe *Serpentinsubstanz* umgewandelt worden ist. — Der häufigste *Pyroxen* ist rhombisch, von absolut demselben Bau und Aussehen wie im Bronzilit (691), wo er der chemischen Analyse gemäss aus *Bronzit* besteht; ich bezeichne daher auch den rhombischen Pyroxen des Lherzolithes als *Bronzit*. — In untergeordneter Menge tritt ein farbloser, monokliner Pyroxen, *Augit*, auf. — Der *Picotit* bildet braunrote, unregelmässig oder regelmässig begrenzte Individuen, deren Menge immer unbedeutend ist.

<sup>1</sup>) Geology of the provinces Tsang and U. Mem. Geol. Survey of India, Vol. 36, Part 2, S. 38.

Die volumetrische Bestimmung der Mineralbestandteile ergab folgende Werte:

<i>Olivin (Serpentin)</i> . . . . .	77.8	Volum-%
<i>Pyroxene</i> . . . . .	21.2	" "
<i>Picotit etc.</i> . . . . .	1.0	" "

Die chemische Zusammensetzung, nach einer von Herrn Dr. S. T. TYDÉN, Alnarp, ausgeführten Analyse, geht aus folgender Tabelle hervor:

SiO <sub>2</sub> . . . . .	43.66	%
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0.12	"
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1.38	"
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	3.60	"
FeO . . . . .	4.64	"
MnO . . . . .	0.40	"
NiO . . . . .	0.34	"
MgO . . . . .	36.51	"
CaO . . . . .	1.12	"
Na <sub>2</sub> O . . . . .	1.93	"
K <sub>2</sub> O . . . . .	0.50	"
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0.15	"
CO <sub>2</sub> . . . . .	Spuren	"
H <sub>2</sub> O . . . . .	4.97	%
Summe	99.32	%

Spez. Gew. nach Pyknometerbestimmung = 3.015.

Nach Reduktion und Umrechnung laut dem Vorschlage von OSANN erhält man folgende Werte:

	Gewichts- prozent	Molekular- proportionen	Molekular- prozent
SiO <sub>2</sub> . . . . .	47.49	76.62	39.90
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1.50	1.47	0.77
FeO . . . . .	7.57	9.71	5.06
CaO . . . . .	1.21	2.16	1.13
MgO . . . . .	39.59	98.09	51.09
K <sub>2</sub> O . . . . .	0.54	0.57	0.30
Na <sub>2</sub> O . . . . .	2.10	3.38	1.75
Summe	100.00	192.00	100.00

Gruppenwerte

s = 39.90

A = 0.77

C = 0.00

F = 57.28

M = 1.13

T = 0.00

k = 0.64

n = 8.56

Projektionswerte

a = 0.27 = 0.50

c = 0.00 = 0.00

f = 19.73 = 19.50;

demnach f > a > c.

Aus diesen Werten geht hervor (cf. das Projektionsfeld S. 156), dass das Gestein dem typisch ultrabasischen Peridotitmagma angehört, dessen Analysenort im OSANN'schen Projek-



tionsfeld z. B. mit dem des Kimberlithes von der Lion Hill-Grube<sup>1</sup> und sehr nahe mit dem des Wehrlithes von Red Bluff<sup>2</sup> zusammenfällt. Sowohl sein *s* wie sein *u* scheidet jedoch (686) von den beiden erwähnten Peridotiten.

Anstehend in einem kleinen Felsenhügel in der Nähe des Lagerortes 226, an der südöstlichen Ecke des Sees Rakas-tal, wo der Lherzololith nebst Diabas (688) und Granit (689) Gänge im roten Radiolarienjaspis (690) bildet. Dieselbe Peridotitformation ist, wie hier oben angegeben wurde, an mehreren Orten längs Doktor HEDIN's Route zwischen Schigatse und Rakas-tal, z. B. (392), (538), (558—569), (591), angetroffen worden. Auch längs dem Südufer von Rakas-tal sowie weiter nordwestlich in Hundés fand HEDIN mehrere Repräsentanten derselben ultrabasischen Formation, die überdies schon früher durch die Untersuchungen von R. STRACHEY<sup>3</sup> und GRIESBACH<sup>4</sup> von verschiedenen Fundorten in Hundés bekannt waren. Weiter kennt man schon seit lange diese Peridotite als Intrusionen in den tertiären Ergussgesteinen von Ladak.<sup>5</sup> Die jurassischen Schiefer und Quarzite sind nach HAYDEN<sup>6</sup> „full of basic intrusions, including diabas at Drongtse and serpentine at Nupu-chöndzö“ (dieser Serpentin enthält grosse Einsprenglinge von Bastit) . . . „a dyke of similar character was also noticed among the limestones regarded as of cretaceous age, between Trölung and Nyetang in the valley of Kyi-Chu. They are therefore not older than upper Cretaceous and may be younger, possibly contemporaneous with the basic intrusions which are found in the Tertiary volcanic series of Ladak and in the Palæozoic beds of Spiti and Rupshu, and it further seems reasonable to unite these occurrences of basic igneous rocks, as well as the dacites of the Tsangpo gravels, with the volcanic series of Malla Johar in Kumaon and the neighbourhood of Manasarovar and Rakas-tal and to regard them all as Tertiary (later eocene) in age.“ — Leider war es bisher nicht möglich, das Alter des radiolarienführenden Jaspis (690) mit Intrusionen von Peridotit und Granit genau festzustellen, und also auch nicht das genaue Alter dieser Intrusivmassen auf Grund eigener Beobachtungen. Alle die Verfasser, die sich mit dieser Frage beschäftigt haben, sind jedoch betreffs der Altersbestimmung einig: *die Peridotite sind spätëocän*.

#### 687. Weissgelber Kalksinter.

An demselben Felsenhügel, aus dem (686) entnommen wurde.

#### 688. Dunkler, mittelkörniger Hunnediabas (Taf. II, Fig. 5 und 6).

Das holokristallinische, ophitstruierte Gestein besteht aus *Plagioklas*, *Augit* (Hornblende) und *Magnetit*.

Der *Plagioklas*, in lang leistenförmigen, wirr angeordneten Individuen von 0.55—1.90 mm Länge und 0.15—0.45 mm Breite, setzt sich aus Zwillingen nach dem Albit- und Periklingesetz zusammen. Gemessenes Maximum der zu *M* (010) symmetrischen Auslöschungsschiefe der Zwillingslamelle = 33°; es sollte also ein *Labradorit*,  $Ab^{1/2}An^{1/2}$ , vorliegen. Die Plagioklasleisten sind oft mit nadel- bis staubähnlichen Partikelchen imprägniert in derselben Weise wie z. B. die Plagioklase der Hyperitformation (der »schwarzen Granite«) Sudschwedens. Man hat diese Imprägnationen als Titaneisenglimmer gedeutet, eine Deutung, die, in Anbetracht des relativ grossen Titansäuregehaltes des tibetanischen Diabases (1.81 %), auch was dies Gestein betrifft, für sehr möglich gehalten werden kann. — Der *Augit* erfüllt die Lucken zwischen den Plagioklasleisten.

<sup>1</sup> ROSENBUSCH, Elemente d. Gesteinslehre, Stuttgart 1910. S. 239, Fig. 35. Analyse 52

<sup>2</sup> ROSENBUSCH, *ibid.*, Analyse 54.

<sup>3</sup> Geology of the Himalaya, Quart. Journ. Geol. Society, London 1851. S. 308

<sup>4</sup> Geology of the Central Himalayas, Mem. Geol. Survey of India. Vol. 23, Calcutta 1891, S. 130

<sup>5</sup> OLDHAM, Manuel of Geology of India, Sec. Edit., Calcutta 1893, S. 346 — MC MAHON, Petrolog. notes on some Peridotites etc. from Ladakh, North-Western Himalaya, Mem. Geol. Survey of India, Vol. 31. Part 3, Calcutta 1901, S. 300.

<sup>6</sup> Geology of the provinces Tsang and U. Mem. Geol. Survey of India, Vol. 36, Part 2, Calcutta 1907, S. 38 und 58

Er ist ganz farblos und zeigt gut ausgebildete, dicht liegende Spaltrisse nach dem Prisma, keine aber oder ganz wenige nach dem Pinakoid; er scheint ein typischer «Salit», d. h. *Magnesiumdiopsid* zu sein. Die Randpartien des Diopsides sind oft in grüne, kompakte *Hornblende* umgewandelt worden, deren a = licht grüngelb bis farblos, b = olivengrün bis braungrün, c = grün mit schwach braunem Ton. Nach diesen optischen Charakteren zu urteilen, scheint die Hornblende ein *Natron-eisenamphibol* zu sein. Es gibt keine scharfe Grenze zwischen dem Diopsid und Amphibol, jener geht allmählich in diesen über. Dazu kommt noch, dass nur ausnahmsweise ein ganzes Korn aus Hornblende besteht, sondern dass in den allermeisten Fällen in der Mitte des Kornes ein Diopsidrest noch erhalten ist. Alle diese Umstände beweisen mir, dass der ganze Hornblendegehalt des Gesteins sekundär ist, durch eine Amphibolisierung des Augites entstanden. — Der *Magnetit* bildet grössere Körner oder Kristallskelette; nach seinem Farbenton scheint er etwas titanhaltig zu sein.

Die volumetrische Bestimmung der Bestandteile des Gesteins ergab folgende Werte:

<i>Plagioklas</i> . . . . .	51.5 Volum-%
<i>Augit (Hornblende)</i> . . . . .	46
<i>Magnetit</i> . . . . .	2.5 »

Die chemische Zusammensetzung des Diabases geht aus folgender, von Herrn Dr. S. T. TYDÉN, Alnarp, ausgeführter Analyse hervor:

SiO <sub>2</sub> . . . . .	50.07 %
TiO <sub>2</sub> . . . . .	1.81
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	14.22
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	4.38
FeO . . . . .	6.95
MnO . . . . .	0.55
CuO . . . . .	(Spuren)
MgO . . . . .	6.75 %
CaO . . . . .	10.18
Na <sub>2</sub> O . . . . .	2.61
K <sub>2</sub> O . . . . .	0.39
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0.11
CO <sub>2</sub> . . . . .	(Spuren)
H <sub>2</sub> O . . . . .	1.36 %
Summe 99.38 %	

Spez. Gewicht nach Pyknometerbestimmung = 2.822.

Wenn diese Werte nach dem OSANN'schen Vorschlag reduziert und umgerechnet werden, erhält man folgende Resultate:

	Gewichts- prozent	Molekular- proportionen.	Molekular- prozente
SiO <sub>2</sub> . . . . .	54.13	89.62	56.14
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	14.95	14.63	9.16
FeO . . . . .	9.97	13.86	8.68
CaO . . . . .	10.70	19.07	11.94
MgO . . . . .	7.10	17.59	11.01
K <sub>2</sub> O . . . . .	0.41	0.43	0.27
Na <sub>2</sub> O . . . . .	2.74	4.42	2.80
Summe 100.00		159.62	100.00

Gruppenwerte	Projektionswerte.
$s = 56.14$	
$A = 3.07$	$a = 1.77 = 2$
$C = 6.09$	$c = 3.51 = 3.5$
$F = 25.54$	$f = 14.72 = 14.5;$
$M = 5.85$	demnach $f > c > a$ .
$T = 0.00$	
$k = 1.00$	
$n = 9.11$	

Wenn diese Projektionswerte in das OSANN'sche Projektionsdreieck (S. 156) eingeführt werden, fällt der Analysenort des Diabases mit demjenigen des Hunnediabases von Whinsill<sup>1</sup> (Northumberland), des Åsbydiabases von Kauttua,<sup>2</sup> des Olivintholeiites von Horingen,<sup>2</sup> des Olivingabbros vom Sulitelma<sup>2</sup> etc. zusammen.

Die Struktur ist ophitisch, und das Gestein mag, wenn man in den Namen eine Altersbestimmung nicht hineinlegen will, normaler Diabas genannt werden.

Er bildet, wie hier oben erwähnt wurde, zusammen mit dem späteocänen Lherzololith Gänge im rotbraunen Jaspis (690).

#### 689. Weisser Alkalikalkgranit.

Das Gestein besteht aus *Orthoklas*, *Plagioklas*, *Quarz* sowie vereinzelt *Muscoviten* und *Granaten*. — Der *Plagioklas*, an Menge den *Orthoklas* überwiegend, scheint ein saurer *Oligoklas*,  $Ab^{70}An^{30}$ , zu sein. — Der *Quarz* erfüllt die Zwischenräume zwischen den Feldspaten und ist in noch höherem Grade als diese zerquetscht worden. Die Struktur verdient den Namen Mortelstruktur, deutlich kataklastisch ohne erwähnenswerte Umkristallisierungen. Das Gestein, mit dem spez. Gewicht 2.53, gehört dem von mehreren Fundorten im Transhimalaya und Himalaya bekannten weissen Granittypus (557), (543) etc. an; bildet zusammen mit den eben beschriebenen basischen und ultrabasischen Diabasen und Peridotiten Gänge im rotbraunen Jaspis (690).

#### 690. Rotbrauner Jaspis mit Radiolarien.

Das Gestein, identisch mit (500) etc., enthält nach gefälliger Bestimmung von Herrn Professor L. CAYEUX folgende Radiolarien: »1 *Lithocampida* à bouche invisible appartenant peut-être au genre *Dictyomitra*. Une forme est vraisemblablement un *Porodiscus*. Dans son ensemble, la faune paraît constituée par des *Spheroidea* et des *Prunoides* très prédominantes.»

Anstehend, einen kleinen Hügel bildend, am Lager 226.

#### 691. Brauner Peridotit, teilweise serpentinisiert.

Identisch mit (686). Nicht nur der Olivin, sondern auch der Pyroxen ist von der Serpentinisierung getroffen worden.

Anstehend am Südufer des Rakas-tal, an der Spitze der ersten Halbinsel, westlich des Lagers 225.

#### 692—695. Peridotite mit blaugrünem Serpentinüberzug.

Ganz identisch mit (691), nur noch stärker serpentinisiert.

Anstehend in den Buchten und Landspitzen des Sudufers vom Rakas-tal, zwischen den Lagern 226 und 227.

<sup>1</sup> ROSENBUSCH, Elemente der Gesteinslehre, Stuttgart 1910, S. 442, Fig. 70. Analysen 17, 19 und 15.

<sup>2</sup> ROSENBUSCH, ibid., S. 239, Fig. 40. Analyse 46.

**696. Weisser Kieselschiefer.**

Das Gestein besteht aus äusserst feinkristallinischem *Quarz*. Im Dünnschliffe kommen kleine, runde Körperchen zum Vorschein, die vielleicht ursprüngliche Radiolarienskelette, vielleicht nur eine Tendenz zur Sphärolithbildung repräsentieren. Es muss folglich dahingestellt bleiben, ob das lyditähnliche Gestein organischen Ursprungs oder ein von den Peridotiten kontaktmetamorphosierter Schiefer ist.

Anstehend zusammen mit dem Peridotit (695), gleich östlich des Lagers 227.

**697. Grüner, grobkörniger Bronzitit.**

Dieses Gestein besteht grösstenteils aus einem rhombischen, wasserhellen *Pyroxen* mit Spaltrissen nach (110) und (010) und ohne bemerkbaren Pleochroismus. Nach seiner chemischen Zusammensetzung (siehe hier unten) muss dieser Pyroxen ein *Bronzit* sein. Ausserdem treten im Gestein vereinzelt *Olivine* und farbloser, diopsidähnlicher, monokliner *Augit* auf; die beiden letztgenannten Mineralien sind indessen von so ganz untergeordneter Bedeutung, dass das Gestein als Bronzitit bezeichnet werden kann.

Die chemische Analyse, ausgeführt von Herrn Professor MATS WEIBULL, Alnarp, ergab folgendes Resultat:

SiO <sub>2</sub>	. . . . .	54.10 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	. . . . .	4.98 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	. . . . .	(Spuren)
FeO	. . . . .	7.52 %
MnO	. . . . .	(Spuren)
CaO	. . . . .	1.73 %
MgO	. . . . .	31.53 %
H <sub>2</sub> O (= Gluhverlust)	. . . . .	0.03 %
Summe		99.89 %

Spez. Gewicht nach Pyknometerbestimmung = 3.325.

Bei Reduktion und Umrechnung nach dem Vorschlag von OSANN erhält man folgende Werte:

	Gewichts- prozente.	Molekular- proportionen	Molekular- prozente.
SiO <sub>2</sub>	. . . . 54.17	89.68	48.15
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	. . . . 4.99	4.88	2.62
FeO	. . . . 7.54	10.49	5.63
CaO	. . . . 1.73	3.08	1.65
MgO	. . . . 31.57	78.12	41.95
Summe	100.00	186.25	100.00

Gruppenwerte.

$$s = 48.15$$

$$A = 0.00$$

$$C = 1.65$$

$$F = 47.58$$

$$M = 0.00$$

$$T = 0.97$$

$$k = 0.96$$

Projektionswerte

$$a = 0.00 = 0.0$$

$$c = 0.67 = 0.5$$

$$f = 19.33 = 19.5;$$

$$\text{demnach } f > c > a.$$

Der Projektionspunkt des Gesteins im OSANN'schen Projektionsdreieck (S. 156) liegt in der Nähe des F-Poles und fällt mit demjenigen des Harzburgites aus Neu-Seeland<sup>1</sup> zusammen.

Das Gestein, das zum allergrössten Teil aus einem rhombischen Pyroxen besteht, zeigt die chemische Zusammensetzung eines ziemlich reinen Bronzites und gehört derselben ultrabasischen Eruptivformation wie z. B. (686) etc. an.

Anstehend auf der Landspitze des Südufers des Rakas-tal, die auf Doktor HEDIN's Karten als Lager 227 bezeichnet wird.

**698. Serpentinisierter Peridotit.**

Anstehend auf der »Gans-Insel«, Latsche-to, im Rakas-tal, nördlich des Lagers 227.

**699. Weisser Kieselschiefer.**

Zusammen mit (698).

**700—703. Gelbbrauner Lherzolith.**

Dasselbe Gestein wie das hier oben aus der Gegend südlich vom Rakas-tal beschriebene, aber mit zertrümmerten Mineralindividuen.

Zwischen den Lagern 227 und 228, am Südufer des Rakas-tal.

**704. Graugelber Glimmerquarzit.**

Der Quarzit setzt sich aus Quarz- und Feldspatkörnern mit feinschuppiger Zwischenmasse von Glimmer zusammen; dazu treten Zirkon- und Epidotkristalle in untergeordneter Menge sowie ganz vereinzelt Turmaline. Die Quarzkörner sind mit verzahntem Rand mit einander verwachsen, und das Gestein unterscheidet sich von den oben beschriebenen piëzokontakt-metamorphosierten, präeocänen Quarziten nur durch seinen beträchtlicheren Glimmergehalt.

Anstehend am Westufer des Rakas-tal, 8 Kilom. nordöstlich des Lagers 228. Das Fallen 54° gegen S. 20° W.

**705, 706. Graue bis rotblonde kristallinische Kalksteine.**

In der feinkristallinen Kalkspatmasse liegen vereinzelt Quarzsplitterchen von bis zu 0.1 mm Durchmesser. Jede Spur eines Fossils fehlt.

Anstehend gleich nordöstlich von (704). Für (705) wird das Fallen 57° gegen S. 35° W., für (706) 58° gegen S. 10° W. angegeben.

**707, 708. Grunes, sandsteinähnliches Konglomerat.**

Das Gestein ist identisch mit dem etwas weiter südöstlich anstehenden (730), und besteht aus unregelmässig eckigen Fragmenten von Quarz, Orthoklas, Mikroklin, Plagioklas, der Grundmasse eines porphyrtigen Gesteins, einer mikropegmatitischen Verwachsung von Quarz und Orthoklas etc. Die Bruchstücke können von sehr kleinen Splintern bis zu Körnern von 1 mm Durchmesser variieren. — Das Gestein, gebildet auf Kosten der eocänen Ganggesteine des Transhimalaya, ist selber posteocän.

Anstehend beim Kloster Njandi-gumpa im Dumlungtale, westlich vom Kailas.

**709—712. Graue, biotit- und hornblendeführende Granite (Quarzbiotitdiorite).**

Identisch mit (262), (301) etc. — (709) als lose Blöcke beim Kloster Diripu-gumpa, Lager 231; (710) ist anstehend auf dem Passe Dolma-la (5669 m u. d. M.); (711), (712) als lose Blöcke in der Nähe desselben Passes.

<sup>1</sup> ROSENBUSCH, Elemente der Gesteinslehre, Stuttgart 1910, S. 240, Analyse 55

**713. Glimmerreiche Verwitterungsmasse.**

Loses Stuck nahe dem Dolma-la.

**714, 715. Gelbgraues, sandsteinartiges Konglomerat.**

Identisch mit (707), (708), (718), (730) etc. Anstehend beim Lager 232, Tsumtul-pu-gumpa, mit dem Fallen 2 bis 12° gegen S. 30° O.

**716—720. Feinkörnige Konglomerate.**

In einer sandartigen Masse, gebildet aus eckigen Quarz- und Feldspatfragmenten, liegen kleine Körner von mehreren Gesteinsvarietäten, u. a. auch von Peridotit und Serpentin. Das Gestein ist folglich posteocan.

Lose Blöcke beim Kloster Tsumtul-pu-gumpa.

**721. Dunkler, dichter Kalkstein mit zahlreichen Kalkspatadern.**

Das Gestein besteht aus einem mehlfeinen Kalkspatstaub ohne Spuren eines Fossils.

Anstehend südwestlich von Tsumtul-pu-gumpa.

**722. Graue, magnesitische Massen (nach Peridotit).**

Die Masse besteht aus Magnesitkristallen von mehr oder weniger selbständiger Begrenzung, gemischt mit ausserst feinkristallinen Quarzaggregaten. In dieser Masse liegen vereinzelte Picotitindividuen von ganz demselben Aussehen wie in den hier oben beschriebenen Peridotiten der Gegend. Das Gestein hat sich offenbar als Nebenprodukt bei der Serpentinisierung der Peridotite gebildet.

Anstehend südlich vom Kailas, südwestlich von Tsumtul-pu-gumpa.

**723. Verwitterter Granit.**

Stark verwitterter (709). Zusammen mit (721) und (722).

**724, 725. Rotbrauner Sandstein mit Konglomerateinlagerungen.**

Impragniert mit rotbraunem Eisenoxydstaub, sonst identisch mit (708), (730) etc.

Anstehend südwestlich vom Kloster Tsumtul-pu-gumpa.

**726, 727. Dolomitische bis magnesitische Verwitterungsprodukte (nach Peridotit).**

Die Gesteinsmasse besteht aus grossen, individualisierten Magnesit- und Kalkspatkristallen, in Verwachsung mit grosseren Quarzkristallen oder feinkristallinen Quarzaggregaten. Dazu treten Chlorit- und Serpentinpartien sowie Picotit- und Magnetitkristalle. — Diese Gesteinsmasse ist offenbar identisch mit (722) und stellt ebenso wie diese ein Nebenprodukt der Serpentinisierung von Peridotiten dar.

Anstehend an der Südseite des Kailas, südwestlich von Tsumtul-pu-gumpa.

**728. Graue, magnesitische Masse.**

Identisch mit (722). Bildet einen senkrechten, W. 2° N.—O 2° S. streichenden Gang an demselben Platze wie (727).

**729. Braunliche, magnesitische Masse.**

Identisch mit (727); anstehend etwas westlich von diesem in der östlichen Talseite, nördlich von Parka.

**730. Graugrunes, sandsteinartiges Konglomerat.**

Das Gestein besteht aus unregelmässig eckigen Bruchstücken von Quarz, Plagioklas und Orthoklas, sowie von einem porphyrstruierten Gestein, in dessen pilotaxitischer, trachytischer oder mikrogranitischer Grundmasse Einsprenglinge von Quarz und Plagioklas eingebettet liegen. Dieses Porphyrgestein ähnelt in hohem Grad den Daciten, Dioritporphyriten etc., die auf den höheren Niveaus im Transhimalaya sehr allgemein vorkommen. Zwischen diesen Bestandteilen erscheint Kalkspat in grossen Kristallen, feinen Streifen oder Nestern, zusammen mit chloritischen Substanzen. — Das Gestein, gebildet auf Kosten späteocäner Erguss- und Ganggesteine, ist folglich posteocän. Derselben Ablagerung zugehörig sind (708), (714—720) etc. — Nach der Beschreibung von Doktor HEDIN zeigt der hohe, »heilige« Berg Kailas, dessen Gipfel 6650 m ü. d. M. liegt, eine deutliche Lagerung aus abwechselnden Konglomerat- und Sandsteinbänken. Die hier beschriebenen posteocänen Sandsteine und Konglomerate stammen alle vom Fuss des Kailas, und der ganze Berg scheint von solchen aufgebaut zu sein.

Anstehend an derselben Stelle wie (729).

**731. Rotbrauner Kalkstein.**

Feinkörniges, mit Eisenoxyd imprägniertes Kalkmehl, teilweise umkristallisiert zu helleren Kalkspatindividuen.

Anstehend an derselben Lokalität wie (732).

**732. Dunkelgrüner Serpentin.**

Faseriger *Serpentin*, offenbar nach *Olivin*, enthaltend Reste von *Bronzit*; überdies noch *Picotit* und *Magnetit*. Ursprünglich ein Lherzololith oder eine andere Peridotitvarietät.

Anstehend bei einem Steinhäufen, östlich von Khaleb; fast senkrecht stehend, mit Streichen W. 15° N.—O. 15° S.

**733—735. Grüner Serpentin.**

Ähnelt (732); unter den Pyroxenresten sieht man aber auch solche von monoklinem *Augit*; folglich ein serpentinisierter Lherzololith.

Lose Blöcke östlich von Khaleb.

**736. Milchweisser Quarz.**

Unterst im Tal östlich von Khaleb.

**737. Gelblich weisse Quarz-Kalkspat-Breccie.**

Identisch mit (635) etc. Kommt zusammen mit (738) etc. vor.

**738, 739. Gelber, feinkristallinischer, schieferiger Kalkstein.**

Vollständig dasselbe Gestein wie das (631) etc. vom Westufer des Manasarovar beschriebene. — »Bildet Massive im Nordufer des alten Flussbettes des Satledsch, wo der Kochthermometer abgelesen wurde.« Das Fallen 12° gegen W. 17° N.

**740. Gelber, feinkristallinischer, schieferiger Kalkstein.**

Identisch mit (631), (738) etc. Anstehend gleich oberhalb des Kalksteins (738), bei dreifachem, rotem »Tjorten«. Das Fallen 9° gegen N.

**741. Gelblich weisse Quarz-Kalkspat-Breccie.**

Identisch mit (635), (737) etc. Zusammen mit (740).

**742. Dunkelgrauer, gebänderter Sphärolithporphyr.**

In einer makroskopisch dichten, der gebänderten Hälleflinta ähnlichen Grundmasse liegen ausserst seltene Einsprenglinge. Unter dem Mikroskope zeigt sich die Grundmasse sphärolitisch, bestehend aus zierlichen Sphärolithen mit radialstrahliger Struktur von ung. 0.1—0.2 mm Durchmesser. Dieses Strukturbild tritt nur zwischen gekreuzten Nicols hervor; im gewöhnlichen Licht sieht man keine Grenze zwischen den Sphärolithen. Zuweilen wird ihre Struktur so grobkörnig, dass sie sich deutlich aus Quarz und einheitlich gebautem Feldspat zusammengesetzt zeigen; der Feldspat ist schwächer lichtbrechend als der Quarz, mutmasslich Orthoklas. In anderen Fällen geht die Sphärolithstruktur in eine mikrogranitische oder mikropegmatitische und diese endlich in Quarzaggregate mit verzahnter Struktur über. Eigentliche Einsprenglinge sind sehr selten; sie bestehen aus einheitlichem, orthoklastischem Feldspat in unregelmässigen Tafeln; vielleicht könnten einige der jetzigen Quarzaggregate als ursprüngliche Quarzeinsprenglinge angesehen werden. — Ob die Sphärolithe aus einer ursprünglich glasiger Grundmasse hervorgingen, muss dahingestellt bleiben. Das Vorkommen dieses Gesteins zusammen mit echt mikropegmatitischem Ganggranit (743) spricht gegen die Zugehörigkeit desselben zu den echten Quarzporphyren oder Lipariten. Man konnte eher glauben, dass, wenn die Grundmasse ursprünglich gläsig gewesen sei, das Gestein eine gläsig Grenzfazies eines Granitporphyres darstelle.

Anstehend s. vom Kloster Diri-pu-gumpa.

**743. Grauer Granophyr.**

Die Hauptmasse des Gesteins besteht aus einer mikropegmatitischen Verwachsung von Quarz und trübem Orthoklas. Nur ausnahmsweise auskristallisierten aus der eutektischen Mischung reiner Quarz oder reiner Feldspat in verschiedenen Individuen. In der Masse liegen vereinzelte, tafelförmige, porphyrische Einsprenglinge von Orthoklas oder Plagioklas.

Anstehend südlich von Diri-pu-gumpa.

**744. Grauer Alkalikalkgranitit.**

Das Gestein besteht aus Orthoklas (Mikroklin), Plagioklas, Quarz und Biotit, dazu treten noch ausserst seltene Magnetit-, Apatit- und Zirkonkristalle. — Der Orthoklas, der nach der optischen Analyse ein reiner Kalifeldspat ist, zeigt im allgemeinen einheitlichen Bau, in den Randpartien jedoch zuweilen mit verschwommener Gitter(Mikroklin-)struktur. — Der Plagioklas setzt sich aus schmalen Zwillinglamellen nach dem Albitgesetz zusammen; gemessenes Maximum dieser symmetrischen Auslöschung gegen  $M(010) = 8^\circ$ . Seine Lichtbrechung sowohl für  $\alpha'$  wie für  $\gamma'$  ist kleiner als die des Quarzes sowohl für  $\epsilon$  wie für  $\omega$ ; der erwähnte Auslöschungswinkel muss demnach positiv (SCHUSTER) und der Plagioklas ein saurerer Oligoklas  $Ab^2An^1$  sein. Die Randpartien sind oft saurer als die Kernpartien. — Der Quarz bildet teils, wie gewöhnlicher Granitquarz den letzten Magmarest, teils selbständig begrenzte, von Orthoklas umschlossene Individuen. — Der Biotit zeigt  $a =$  gelb,  $b$  und  $c =$  dunkelbraun; gewöhnlich ist er indessen in grünen Chlorit umgewandelt.

Rein kataklastische Erscheinungen fehlen; die randliche Mikroklinstruktur des Orthoklases, die myrmekitische Verwachsung von »quartz vermiculé« mit orthoklastischem Feldspat gibt an, dass die Pressung der Gesteinsmasse nicht in der obersten Zone stattfand.

Anstehend 4.5 Kilom. südlich des Passes Tseti-la (5 625 m u. d. M.).



**745. Grünlicher Hornblendegneiss.**

Das Gestein besteht aus *Plagioklas* und *Hornblende*. *Magnetit*, *Apatit* und vereinzelt *Biotiten*. — Der *Plagioklas* tritt zuweilen als breite Leisten oder Tafeln auf, bildet aber gewöhnlich etwas ausgezogene Körner, zusammengesetzt aus Zwillingen nach dem Albit- und Karlsbadergesetz und zonaren Bau zeigend. Die zu *M* (010) symmetrische Auslöschungsschiefe der Hülle ist sehr klein, diejenige der Zentralpartien kann 16° erreichen. Nach der Lage des *éclaircissement commun* (M. LÉVY) zu urteilen, ist dieser Winkel negativ (SCHUSTER). Die Hülle der Plagioklase besteht folglich aus einem sauren *Oligoklas*,  $Ab^{2.5}An^{1.5}$ , der Kern dagegen aus einem sauren *Andesin*,  $Ab^{2.5}An^{1.5}$ . — Die *Hornblende* von der Form des Plagioklases zeigt kräftigen Pleochroismus: *a* = gelb, *b* = olivengrün, *c* = dunkelgrün.

Die Struktur ist granoblastisch, und das Gestein scheint den Mesoamphibolgesteinen zuzugehören.

Anstehend an demselben Platze wie (744).

**746. Granitbreccie.**

Die eckigen Granitfragmente werden durch sekundären Quarz verkittet. Loser Block, aufgefunden 9.2 Kilom. nördlich des Lagers 234, Sände-buk.

**747. Weisser Schriftgranit.**

Lose Blöcke zusammen mit (746).

**748. Roter Kristalltuff (?).**

Das Gestein ist nunmehr so stark umgewandelt, dass eine nähere Bestimmung sich kaum durchführen lässt. Von der stark verkieselten Hauptmasse zeichnen sich kleine, runde Körnchen schwach ab. Einige von diesen scheinen aus *Plagioklas*leisten zu bestehen, angeordnet wie in einem dichten Basalt, andere zeigen dieselbe (sekundäre) Zusammensetzung wie die übrigen Teile des Gesteins oder wie umgewandeltes Glas mit feinen Poren. — Von der Grundmasse heben sich scharf Kristallfragmente von *Quarz*, *Orthoklas* und *Plagioklas* ab. In gewissen Bändern sind diese Kristallfragmente zahlreicher angehäuft als in zwischenliegenden Zonen, und das Gestein wird auf diese Weise gebändert. Mehrere der Quarzeinsprenglinge zeigen die Form eines Dihexaëders von demselben Aussehen wie z. B. in einem Quarzporphyr oder Liparit. — Das vorhandene Material genügt nicht, um eine sichere Bestimmung des Gesteins auszuführen; dazu ist es allzu stark umgewandelt.

Lose Blöcke auf der Terrasse südlich des Lagers 235.

**749. Roter schriftgranitartiger Pegmatit.**

Mutmasslich identisch mit (747), aber stark verwittert. Lose Blöcke zusammen mit (748).

**750, 752. Grauer bis rotblonder, quarzporphyrischer Liparit.**

Identisch mit (753), (754). Lose Blöcke zusammen mit (748).

**751. Grauer Porphyrit.**

Stark verwittert. In einer holokristallinen, aus *Plagioklas*leisten, *Chlorit* und *Eisenerz* bestehenden Grundmasse liegen Einsprenglinge eines trüben *Plagioklases*, dessen nähere Bestimmung nicht durchzuführen ist; mutmasslich *Andesin*.

Lose Blöcke unter den Blöcken von (748—750).

**753, 754. Grauer, quarzporphyrischer Liparit**

Das Gestein besteht aus einer mikrofelsitischen Grundmasse von *Quarz* und *Feldspat*, mit Einsprenglingen von *Quarz*, *Orthoklas* und (vereinzelt) *Plagioklas*, sowie mit *Chlorit*partien und *Magnetit*. — Die *Quarz*einsprenglinge bilden Dihexaëder mit oder ohne Prisma; magmatische Resorptionsbuchten von der Oberfläche in die inneren Partien des Quarzes hinein sind sehr gewöhnlich. — Die *Feldspate*insprenglinge bestehen am häufigsten aus einheitlich struiertem *Kaliorthoklas*, der oft durch Verwitterung getrübt worden ist. Vereinzelte Einsprenglinge, auch diese verwittert, setzen sich aus Zwillinglamellen von *Plagioklas* zusammen. — Die *Chlorit*partien mit Magnetitausscheidungen stammen mutmasslich von verwittertem Biotit her.

Anstehend 5,5 Kilom. südlich des Lagers 235, Singi-buk.

**755, 756. Weissgraue, quarzporphyrische Liparite.**

Ähneln in hohem Grade (753), (754) etc., zeigen aber noch weiter getriebene Verwitterungserscheinungen als diese.

Das Gestein tritt als Gänge und Adern in dem mächtigen Massiv am Ostufer des Indus in der Nähe des Lagerplatzes 235 auf.

**757, 759. Stark verwittertes Porphyrgestein.**

Anstehend am Lagerplatz 235.

**758. Dunkelgrauer, feinkörniger Basalt.**

Stimmt mit (826) sehr nahe überein. — Anstehend am Lager 235.

**760, 761. Grauer Barrémienkalkstein mit *Orbitolina* cf. *bulgarica*.**

Das Gestein stimmt petrographisch mit (190), (192), (201) etc. sehr nahe überein, enthält auch nach gefälliger Bestimmung von Herrn Professor H. DOUVILLÉ — siehe hier unten S. 146 und Taf. XI, Fig. 1 — dieselben Fossilien wie dieser Kalkstein (*Orbitolina* cf. *bulgarica*), gehört folglich ebenso wie dieser dem oberen Barrémien an.

Anstehend am Lagerplatz 236, Singi-kabab (5,165 m ü. d. M.); das Fallen 30° gegen S. 10° O. Aus den unteren Teilen der Kalksteinbank strömt das Wasser der Indusquelle hervor.

**762. Graugelber Kalksinter.**

Loses Stück aus der Nahe der Indusquelle.

**763, 764. Grauer Dacit (Taf. VI, Fig. 3 und 4).**

Die Grundmasse ist entweder glasig mit feinen Trichiten oder sphärolitisch von kleinen, kugeligen Sphärolithen mit radialstrahligem Bau oder mikrofelsitisch. In dieser Grundmasse liegen Einsprenglinge von *Quarz*, *Plagioklas* und *Biotit*, sowie vereinzelt Kristalle von *Hornblende*, *Titanit*, *Apatit* und *Magnetit*. — Der *Quarz*, oft als regelmässige Dihexaëder mit Prisma, zeigt magmatische Resorptionsbuchten resp. -kanäle. — Der *Plagioklas*, breit tafelförmig nach *M* (010), baut sich aus Zwillingen nach dem Albit- und Karlsbadergesetz auf und zeigt zonaren Bau von abwechselnd sauren und mehr basischen Varietäten, bei starker Abblendung eine deutlich ungleiche Lichtbrechung der verschiedenen Zonen. Die optische Analyse des Plagioklases gibt einen *Andesin*, Ab<sup>3</sup>An<sup>7</sup>, an. — Der *Biotit* bildet regelmässig hexagonale Tafeln: a = gelb, b und c = tief dunkelbraun bis undurchsichtig. — Die *Hornblende*, kurz säulenförmig, zeigt folgenden Pleochroismus: a = gelb, b = dunkel olivengrün, c = dunkelgrün.

Dieser Dacit bildet, wie ich annehme, das Ergussgestein eines quarzbiotitdioritischen Magmas, dessen Tiefenfazies an mehreren Stellen des Süabhänges des Transhimalaya entblösst worden ist.

Anstehend in der nördlichen Talseite, n.ö. des Lagers 236 und südwestlich vom Passe Gjekung-la.

**765, 766. Grauer Dacit.**

Identisch mit (763), (764); anstehend gleich nordöstlich von diesen.

**767—770. Rote und grünflammige, verwitterte Porphyrgesteine.**

In der Gegend s.w. des PASSES Lamo-lase ist der Boden mit Block- und Kiesmassen verwitterter, porphyrstruierter Gesteine von den Typen der eben beschriebenen Ergussgesteine, d. h. quarzporphyritischer Dacite und quarzporphyrischer Liparite, bedeckt. Sie scheinen von den Bergen der Gegend heruntergerutscht und in diesen anstehend zu sein.

**771, 772. Äusserst stark verwitterte, porphyritische Gesteine.**

Anstehend auf dem Passe Lamo-lase, s.w. des Lagers 237.

**773. Dunkelbrauner Biotitandesit (Taf. V, Fig. 5 und 6).**

Die Grundmasse setzt sich aus wirt angeordneten *Plagioklas*leistchen und opaken *Eisenerz*-körnchen in einer isotropen *Glasteig* eingebettet, zusammen; wenn *Quarz* wirklich in der Grundmasse enthalten ist, so ist seine Menge jedenfalls äusserst gering. Die nach dem Albitgesetz verwilligten *Plagioklas*leistchen löschen nach der Zwillingssebene unter sehr kleinem Winkel aus und scheinen aus einem sauren *Oligoklas* zu bestehen.

Die Einsprenglinge bestehen aus *Plagioklas*, *Biotit* und *Eisenerz*. Der *Plagioklas* bildet relativ dünne, regelmässig begrenzte Tafeln nach *M* (010), zusammengesetzt aus polysynthetischen Zwillingen nach dem Albit- und Periklingesetz, und oft tief eingreifende magmatische Resorptionserscheinungen aufweisend. Zwischen gekreuzten Nicols zeigen sie zonaren Bau, der Kern mehr basisch,  $Ab^5An^4$ , die Hülle mehr sauer, ungefähr  $Ab^7An^3$ . Es gibt auch kleine, gut begrenzte *Plagioklas*leisten ohne Zonarbau, deren Maximum der zu *M* (010) symmetrischen Auslöschungsschiefe zu  $25^\circ$  gemessen wurde, und die folglich aus  $Ab^3An^2$  bestehen sollten; diese sind als kleine Einsprenglinge anzusehen. — Der *Biotit* bildet stark braune, regelmässig begrenzte Tafeln, oft mit Resorptionsbuchten, erfüllt von Grundmasse. — Ein im Gestein gewöhnliches Verwitterungsprodukt stellt der *Calcit* dar.

Dieses Gestein ist augenscheinlich eine basische Varietät der früher erwähnten Laven mit bedeutend kleinerem  $SiO_2$ -Gehalt als diese. Beim Sinken der Kieselsäuremenge nahm der Grundmasseplagioklas, wie auch sonst oftmals wahrgenommen worden ist, die Form verlängerter Leistchen an.

Anstehend gleich nordöstlich des Lagers 237, in der ersten Felsenecke der Tagfahrt.

**774. Graugrüner Augitandesit.**

Die Grundmasse besteht aus *Plagioklas*leisten, zusammengesetzt aus einigen wenigen Zwillingen nach dem Albitgesetz. Gemessenes Maximum der zu *M* (010) symmetrischen Auslöschungsschiefe dieser Lamellen =  $17^\circ$ ; demnach liegt ein *Andesin*, von der ungefähren Zusammensetzung  $Ab^2An^1$ , vor. Die Lucken zwischen den nach allen Richtungen orientierten *Plagioklas*leisten werden von einer grünen, faserigen *Chlorits*substanz eingenommen. Ob diese aus einer leicht zerstörbaren Glasmasse oder aus einer ursprünglichen Augitausscheidung her-

stammt. ist mir gegenwärtig unmöglich zu bestimmen. Für die erstere und gegen die letztere Annahme könnte vielleicht der Umstand sprechen, dass der Einsprenglingsaugit des Gesteins immer ganz frisch und unzersetzt ist. In der Masse sieht man weiter kleine opake *Eisenerz*-kriställchen mit *Leukoxen*rand. — Die Einsprenglinge bestehen, wie schon angedeutet wurde, aus farblosem, diopsidähnlichem *Augit* in kurz säulenförmigen, oft verzwilligten Individuen. — Nach der Acidität des Plagioklases zu beurteilen, ist das Gestein den dioritischen Magmen zuzurechnen. Die Struktur, ophitisch oder intersertal, erinnert sonst an diejenige eines Diabasporphyrites.

Anstehend auf dem Passe Damtarngo-la, zwischen den Lagerplätzen 237 und 238.

**775. Grünlich grauer, feinkörniger Sandstein.**

Ähnelt makroskopisch z. B. (708), (717) etc. und setzt sich zusammen aus eckigen Quarz- und Feldspatfragmenten, sowie Bruchstücken einer Gesteinsmasse, die der Grundmasse eines Porphyrgesteines ähnlich ist.

Anstehend auf dem Damtarngo-la, 8.6 Kilom. nördlich des Lagers 237, Tsuramartscham.

**776. Brauner Biotitandesit.**

Scheint identisch mit (773) zu sein. Anstehend auf der Nordseite des Passes Damtarngo-la, 2.2 Kilom. südlich des Lagers 238 (ung. 4491 m u. d. M.).

**777. Graulich brauner, kristallinischer Kreide(?) - Kalkstein**

Zum grössten Teil umkristallisierter Kalkstein mit undeutlichen Fossilresten, die man vielleicht als *Orbitolina-Skelette* deuten könnte.

Anstehend auf dem Passe Damkartschen-la (5090 m u. d. M.), 5 Kilom. n.ö. des Lagerplatzes 238.

**778. Rötlich brauner Andesit.**

In einer, gewöhnlich durch die Anreicherung opaker Korner undurchsichtigen Grundmasse liegen kurze Leisten und Tafeln von Feldspat. Die Grundmasse ist stellenweise durchscheinend braun und isotrop; sonst und gewöhnlich von opakem Staub so stark imprägniert, dass sie undurchsichtig wird. Die in diesem Gesteig eingeschlossenen individualisierten Mineralelemente sind sehr zahlreich und bestehen aus schmalen Leisten eines sauren *Andesins*, ungefähr  $\text{Ab}^1\text{An}^1$ , und einheitlich struierten *Orthoklas*(?)-Tafeln. Dazu treten noch äusserst seltene *Quarz*körnchen und sekundär ausgeschiedene *Kalkspat*nester oder -Kristalle.

Anstehend zusammen mit (777).

**779. 780. 781. Grauer Augitandesit.**

Das Gestein ist holokristallinisch, zusammengesetzt aus langen, schmalen *Andesin*leisten, die zwar verschiedene Richtungen innehalten, aber trotzdem im grossen und ganzen eine Parallelorientierung, Fluidalstruktur, zeigen. In den Zwischenräumen zwischen den Andesinleisten erscheinen Körnchen von farblosem *Augit* und *Erz*, sowie chloritische Substanzen. In dieser feinkörnigen Grundmasse sieht man vereinzelte Einsprenglinge von stark umgewandeltem *Plagioklas* und grüne *Chlorit*partien mit *Quarzausscheidungen*, mutmasslich nach *Augit*.

(779) kommt zusammen mit (778) auf dem Passe Damkarntjen-la vor; (780), etwas basischer als (779), steht 3 Kilom. nördlich desselben Passes an; (781), ein epidotisiertes Umwandlungsprodukt der früher erwähnten, steht südlich des Passes Tsolan-ngophta-la an.

**782. Dunkler Basalt.**

Ein kristallinisch körniges Gestein, bestehend aus *Plagioklas* als Tafeln und Leisten, zusammengesetzt aus Zwillingslamellen nach dem Albit- und Karlsbadergesetz, einige grösser, andere kleiner, ohne so scharfen Unterschied, dass man von zwei Generationen sprechen kann. Gemessenes Maximum der nach *M* (010) symmetrischen Auslöschungsschiefe =  $36^\circ$ , demnach ein basischer *Labradorit*,  $\text{Ab}^+\text{An}^5$ . Zwischen den Plagioklasen liegen kleine, selbständig und oft regelmässig begrenzte Körner von farblosem *Augit* und *Magnetit*. Bei Verwitterung wird der Feldspat in farblosen Glimmer umgewandelt; ein anderes, häufig vorkommendes Verwitterungsprodukt ist Epidot und chloritische Substanzen.

Die chemische Analyse, ausgeführt von Herrn Dr. ALBERT ATTERBERG, Kalmar, ergab folgende Werte:

$\text{SiO}_2$ . . . . .	48.54 %
$\text{TiO}_2$ . . . . .	1.43
$\text{Al}_2\text{O}_3$ . . . . .	17.60
$\text{Fe}_2\text{O}_3$ . . . . .	4.11
$\text{FeO}$ . . . . .	4.58
$\text{MnO}$ . . . . .	0.12
$\text{MgO}$ . . . . .	7.76
$\text{CaO}$ . . . . .	9.52
$\text{BaO}$ . . . . .	0.00
$\text{K}_2\text{O}$ . . . . .	0.68
$\text{Na}_2\text{O}$ . . . . .	3.31
$\text{CO}_2$ . . . . .	0.51
$\text{P}_2\text{O}_5$ . . . . .	0.40
$\text{H}_2\text{O}$ (bei $105^\circ$ ) . . . . .	0.61
Gluhverlust . . . . .	2.01
Summe	101.18 %

Reduziert und umgerechnet nach OSANN ergibt die Analyse:

	Gewichts- prozent.	Molekular- proportionen.	Molekular- prozent.
$\text{SiO}_2$ . . . .	52.20	86.57	54.64
$\text{Al}_2\text{O}_3$ . . . .	18.40	18.00	11.42
$\text{FeO}$ . . . .	6.88	9.57	6.04
$\text{CaO}$ . . . .	10.00	17.83	11.25
$\text{MgO}$ . . . .	8.15	20.02	12.63
$\text{K}_2\text{O}$ . . . .	0.71	0.75	0.48
$\text{Na}_2\text{O}$ . . . .	3.48	5.61	3.54
Summe	100.00	158.44	100.00

Gruppenwerte

$s = 54.64$

$A = 4.02$

$C = 7.40$

$F = 22.52$

$M = 3.85$

$T = 0.00$

$K = 0.89$

$n = 8.82$

Projektionswerte

$a = 2.5$

$c = 4.5$

$f = 13;$

demnach  $f > c > a$ .

Aus den angeführten Werten geht hervor, dass das Gestein in chemischer Beziehung z. B. mit dem Hypersthenbasalt von Mt Ingalls<sup>1</sup> (Kalifornien) oder dem Basalt von Lingua rossa<sup>2</sup> sehr nahe übereinstimmt.

Der Basalt bildet einen senkrecht stehenden W. 25° S.—O. 25° N. streichenden Gang in einem Felsenhügel ung. 1 Kilom. südlich vom Tsolan-ngoptha-la (5 078 m ü. d. M.).

**783. Roter, schlackiger Augit-Biotit-Andesit.**

Die Grundmasse besteht aus einem undurchsichtigen, braunen bis roten Glas mit feinen opaken Trichiten und *Plagioklas*nädelchen in deutlich fluidaler Anordnung und mit unregelmässigen oder gewöhnlich ovalen Poren, deren längste Achse dieselbe gegenseitige Richtung innehat. Die Einsprenglinge bestehen aus *Augit*, *Glimmer* und *Plagioklas*. Der *Augit* bildet kurze, achteckige Säulen, begrenzt von Prisma und Pinakoid, farblos oder in der peripherischen Zone gelblich. Der *Glimmer*, in hexagonalen Tafeln, hat  $\alpha$  = gelb,  $\beta$  und  $\gamma$  = rot. Die *Plagioklas*leisten setzen sich aus Zwillingen nach dem Albit- und Periklingesetz zusammen; sie zeigen oft sehr starke Resorptionserscheinungen und sind durchbohrt von zahlreichen Magmenkanälen. Die *Plagioklas*einsprenglinge sind so selten, dass eine optische Analyse derselben nicht durchzuführen war.

Anstehend in einem Felsenhügel, 5 Kilom. südlich des Lagers 239, Gjambotsche, augenscheinlich der Ergussformation angehörend.

**784. 785. Graulich brauner, glasiger Augit-Biotit-Andesit.**

Identisch mit (783), nur etwas mehr graulich, und, zusammen mit diesem anstehend, grosse Lavenergüsse bildend.

**786. Brauner, glasiger Augit-Biotit-Andesit.**

In einem braunen, isotropen Glas liegen Trichiten und *Plagioklas*nädelchen. Die Einsprenglinge bestehen aus farblosem *Augit* und gelbem, resp. braunem *Biotit*. Das Gestein scheint mit (783—785) identisch zu sein.

Anstehend zusammen mit (783) etc.

**787. Grauer Andesit.**

Identisch mit (785) etc. Anstehend beim Mane-Hügel, 4 Kilom. nördlich des Lagers 239, Gjambatje. Auch bei diesem Lagerplatz steht dasselbe Gestein nach Angaben von HEDIN fest an.

**788. Grauer Augit-Hornblende-Biotit-Andesit.**

Die Grundmasse scheint holokristallinisch zu sein, zusammengesetzt aus *Plagioklas*leisten, *Augit*mikrolithen und opakem *Erz*staub. Die optischen Charaktere der *Plagioklas*leisten geben an, dass ein Andesin,  $\text{Ab}^3\text{An}^2$ , vorliegt. Die Leisten sind oft so geordnet, dass sie eine Fluidalstruktur hervorrufen. In dieser Grundmasse erscheinen Einsprenglinge von farblosem, diopsidähnlichem *Augit*, von der Form regelmässig achteckiger und kurzer Säulen, begrenzt von Prisma und Pinakoid; sie zeigen sehr oft deutliche magmatische Resorptionserscheinungen. Andere Einsprenglinge bestehen aus kurzen *Hornblend*esäulen mit  $\alpha$  = hellgelb,  $\beta$  und  $\gamma$  = braun; wieder andere aus sechseckigen *Biotit*tafeln mit  $\alpha$  = hellgelb,  $\beta$  und  $\gamma$  = braunrot.

<sup>1</sup> Rosenbusch, Elemente der Gesteinslehre, Stuttgart 1910, S. 442, Fig. 70, Analyse 1 und 4.

Aus dieser Beschreibung dürfte hervorgehen, dass dieses Gestein eine vielleicht etwas basischere Strukturvarietät der hier eben erwähnten glasigen Andesitlaven ist, aber ohne un-differenzierte Glasbasis.

Das Gestein ist anstehend auf der Nordostseite des Passes, 2.5 Kilom. nördlich von (787), angetroffen worden.

**789. Weisser, dichter Kalkstein.**

Das Gestein setzt sich aus kleinen Kalkspatindividuen zusammen und entbehrt jeder Spur von Fossilien. Anstehend in einem kleinen Felsenhügel in der Nähe des Sees, 8 Kilom. südlich des Lagers 240, ung. 4620 m ü. d. M. Das Fallen 85° gegen N. 28° W.

**790. Hellgrauer, kalkhaltiger, phyllitischer Schiefer.**

Das Gestein besteht aus äusserst feinen Quarzsplitterchen, die zuweilen etwas grösser werden und dann grobkörnige, sandige Streifen bilden. Dazu treten feine Schuppchen eines farblosen Glimmers, deren unter sich parallele Anordnung eine mehr oder weniger deutliche Schieferigkeit hervorruft, und Körnchen oder grössere Aggregate von Kalkspat. Von Fossilien keine Spuren. Das Gestein ist stark metamorphosiert.

Anstehend ungefähr 1.5 Kilom. südwestlich des Lagers 240. Das Fallen 14° gegen S. 3° W.

**791, 792. Heller, kristallinisch körniger Kalkstein.**

Das Gestein besteht aus Kalkspatkristallen; jede Spur von Fossilien fehlt natürlich einer so stark umgewandelten Gesteinsmasse wie dieser. (791) = loses Geröll vom Mane-Hügel gleich südwestlich des Lagers 240; (792) ist anstehend 4.2 Kilom. westlich des Lagers 241, mit dem Fallen 46° gegen O. 30° N., angetroffen worden.

**793. Weissgelber, quarzitischer Sandstein.**

Das Gestein besteht aus abgerollten oder unregelmässig eckigen Quarzkörnern von  $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{1}{2}$  mm Durchmesser. Oft verrät ein dunkler Detritusrand den Umkreis des ursprünglichen, runden Kornes; ausserhalb dieses Randes hat sich neugebildeter Quarz ausgeschieden. Die Interpositionen sind liquid mit beweglicher Libelle, ein Granitquarz, der infolge starker Pressung undulose Auslöschung und andere optische Deformationen aufweist. Ausser den Quarzkörnern treten im Gestein, wenn auch in untergeordneter Menge, runde Körner eines einheitlich struierten Feldspats, mehr oder weniger vollständig in Glimmerschuppchen umgewandelt, auf; die Glimmeraggregate nehmen oft einen gelblichen Farbenton an.

Das Gestein ähnelt in hohem Grade z. B. (418), (601) etc. Von der Probestufe des Muth-quarzites aus Spiti, die mir die geologische Landesuntersuchung Indiens wohlwollend zur Verfügung stellte, unterscheidet sich (793) nur durch seinen Feldspatgehalt und seine weniger kräftige Umkristallisierung.

Anstehend an der Ostseite des Passes Sigu-ragling-la, 4.5 Kilom. westlich des Lagers 242, mit vertikalem Fallen; das Streichen ist nord—südlich.

**794, 795. Dunkler, glasiger Hypersthendacit (Taf. VI, Fig. 5 und 6).**

Die Grundmasse besteht aus einem hellen, isotropen Glas mit kleinen leistenförmigen Mikrolithen von *Plagioklas* und *Pyroxen*. Die Auslöschung der Plagioklasleisten zu *M* (010) ist fast gerade, ein saurer *Oligoklas*,  $Ab^4An^1$ .

Die Einsprenglinge bestehen aus *Hypersthen*, *Augit*, *Biotit*, *Plagioklas* und *Quarz*. Der *Hypersthen* bildet kurz säulenförmige Individuen mit deutlichem, wenn auch schwachem Pleo-

chromismus: a = hellrot, b = gelblich bis farblos, c = grün. Gegen diese rhombischen Pyroxene treten die monoklinen, klar farblosen *Augiteinsprenglinge* stark zurück. Der *Biotit* bildet hexagonale Tafeln mit a = farblos, b und c = braun. Die *Plagioklaseinsprenglinge* zeigen die Form regelmässig begrenzter Tafeln und Leisten, zusammengesetzt aus Zwillingen nach dem Albit- und Periklingesetz, oft zonaren Bau zeigend von abwechselnd saureren und basischeren Zonen, oder auch der Kern mehr basisch, die Hülle mehr sauer und von derselben Zusammensetzung wie die Plagioklasmikrolithe der Grundmasse. Den optischen Charakteren nach zu urteilen, liegt ein  $Ab^7An^4$  oder ein  $Ab^5An^4$ , unter allen Umständen ein *Andesin* vor, der basischer ist als die Plagioklasmikrolithe der Grundmasse. Einige einheitliche Feldspateinsprenglinge könnten als *Orthoklas* gedeutet werden. Schliesslich sieht man auch unter den Einsprenglingen einzelne, regelmässig begrenzte *Quarz*dihexaëder. — Die Einsprenglinge zeigen oft Spuren einer starken, magmatischen Resorption, durchzogen von Kanälen und Buchten, die mit Grundmasse ausgefüllt worden sind.

Das Gestein ist ein deutlich ausgeprägtes Ergussgestein. Anstehend am Lager 243, Lungarigma.

**796. Ockergelber Jaspis.**

Geröll am Lager 243.

**797. Dunkelbrauner Biotitandesit.**

Identisch mit (773). Anstehend gleich S. vom Lager 243.

**798. Graulicher vulkanischer Tuff** (Taf. VII. Fig. 1 und 2).

In einer feinstruierten Kalkspatmasse liegen runde oder unregelmässige Lapilli sowie Bruchstücke von Quarz, Feldspat und Glimmer. Die Lapilli, die einen Durchmesser von bis zu 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>–3 mm erreichen können, bestehen aus farblosem oder schwach gelblichem Glas mit ovalen, von Kalkspat ausgefüllten Poren, deren längste Achse den Längsachsen der übrigen Poren innerhalb eines Lapills parallel ist, mit Mikrolithen und Trichiten sowie mit Einsprenglingen von braungelbem *Biotit* (a = farblos, b und c = braungelb; 2 E sehr klein). Ursprünglich gab es hier auch andere Einsprenglinge, leisten- bis tafelförmig und offenbar aus *Feldspat* bestehend; nunmehr ist dieser Feldspat durch *Kalkspat* ersetzt worden mit nur einigen wenigen Ausnahmen, wo die Feldspatsubstanz noch bewahrt ist zusammen mit Einsprenglingen von *Quarz*. Die Lava, die diese Lapilli bildete, scheint demnach eine biotitdacitische gewesen zu sein.

Zwischen diesen glasigen Lapilli sieht man, wie schon erwähnt wurde, zahlreiche Kristallbruchstücke. Die gewöhnlichsten von diesen bestehen aus *Quarz*, ein Liparit- oder Dacitquarz von deutlich ausgeprägter Dihexaëderform und mit schuppenähnlichen Glaseinschlüssen; dazu treten noch Bruchstücke eines zonar gebauten *Plagioklases*, eines braunen *Biotites* etc.

Wie aus dem gesagten hervorgeht, ist die Gesteinsmasse als ein subaërischer Tuff gebildet worden, der wenigstens betreffs einiger Partien ein Kristalltuff mit eingemischten Lapilli genannt werden könnte. Nach seiner Absetzung ist der Tuff durch eine starke, sekundäre Kalkspatausscheidung umgewandelt worden.

Anstehend in einer kleinen Felsenecke, 6 Kilom. westlich des Lagers 243. Das Fallen 30° gegen S. 37° W.

**799–801. Dunkler, glasiger Augitandesit.**

Das Gestein besteht aus einem isotropen, von dicht angehäuften Trichiten schwach braun gefärbtem Glas mit leistenförmigen *Plagioklas*- und *Augitmikrolithen*. Die *Plagioklas*leisten.



gebildet aus Zwillingen nach dem Albitgesetz, löschen unter  $26^\circ$  (= gemessenes Maximum) gegen  $M$  (010) aus, ein *Andesin*,  $Ab^3An^2$ . Von dieser glasigen Grundmasse zeichnen sich einige wenige, etwas grössere *Plagioklaseinsprenglinge*, von derselben Zusammensetzung wie die *Plagioklasmikrolithe* der Grundmasse, sowie einzelne etwas grössere *Augiteinsprenglinge* sehr scharf ab.

Das Gestein bildete sich als der Erstarrungsprodukt einer auf der Oberfläche dahinfließenden Lava. Die Proben stammen aus losen Blöcken auf der Ebene zwischen den Lagern 243 und 244.

**802.** Dunkelgrauer, glasiger **Augitandesit**.

Scheint ganz identisch mit (801), nur etwas heller zu sein. Anstehend am Lager 244.

**803, 804.** Graugrüner **Granitporphyr**.

Stark verwitterte Gesteine, die anstehend ungefähr 4 Kilom. west-südwestlich vom Passe *Burker-la.* südwestlich des Lagers 244, angetroffen wurden.

**805.** Grauer **Granitporphyr**.

Anstehend halbwegs zwischen den Lagerplätzen 244 und 245, am Anfange des Quellflusses, 5,6 Kilom. südwestlich vom Fundorte für (803).

**806, 807.** Rotblonder bis grauer **Augitandesit**.

Identisch mit (780). Anstehend gleich östlich des Lagers 245, *Sambak-sundo*.

**808.** Hellroter bis grauer **Granophyr**.

Sowohl makro- wie mikroskopisch mit (743) identisch. Anstehend gleich westlich des Lagers 245.

**809.** Rötlich grauer **Augitandesit**.

Identisch mit (780). (807) etc. Anstehend in der Nähe von (808), gleich westlich des Lagers 245, *Sambak-sundo*.

**810—814.** Graugrüne bis braune **Augitandesite**.

Die Proben repräsentieren verschiedene Verwitterungsstadien von Andesiten, von demselben Gestein wie (743), (802) etc. Anstehend am Lager 246, *Hlagar*.

**815:** Dunkler hyalopilitischer **Dacit** (Taf. VI, Fig. 2).

Die Grundmasse besteht aus braunem, isotropem Glas mit leisten- und tafelförmigen Kriställchen von zwillingslamelliertem *Plagioklas* und einheitlich struiertem *Kalifeldspat* sowie aus nicht gut individualisierten *Augitmikrolithen*. Der *Plagioklas* bildet gewöhnlich leistenförmige Individuen, zusammengesetzt aus einigen wenigen Albitzwillingen, oft an den Enden gespalten oder zerfasert. Gemessenes Maximum der zu  $M$  (010) symmetrischen Auslöschung =  $20^\circ$ , demnach ein saurer *Andesin*,  $Ab^7An^4$ . Der *Kalifeldspat* bildet Tafeln nach  $M$  (010), mit  $M$  ungefähr ebenso gross wie  $P$  (001). Ganz grosse, aus der Grundmasse hervortretende Einsprenglinge sind nicht wahrgenommen worden.

Die chemische Analyse, ausgeführt von Herrn Dr. ALBERT ATTERBERG an der staatlichen chemischen Station zu Kalmar, ergab folgende Werte:

SiO <sub>2</sub> . . . . .	68.60 %
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0.54 „
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	15.19
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0.86 „
FeO . . . . .	1.56 „
MnO . . . . .	0.07 „
MgO . . . . .	0.78 „
CaO . . . . .	2.63
BaO . . . . .	0.00 „
K <sub>2</sub> O . . . . .	3.53 „
Na <sub>2</sub> O . . . . .	4.26 „
CO <sub>2</sub> . . . . .	0.00 „
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0.20 „
H <sub>2</sub> O (bei 105° C.) . . . . .	0.26 „
Gluhverlust . . . . .	0.21 „
Summe 98.69 %	

Reduziert und umgerechnet nach OSANN ergibt die Analyse:

	Gewichts- prozent.	Molekular- proportionen.	Molekular- prozent.
SiO <sub>2</sub> . . . . .	70.40	116.56	76.16
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	15.48	15.15	9.90
FeO . . . . .	2.71	3.77	2.46
CaO . . . . .	2.68	4.78	3.13
MgO . . . . .	0.80	1.98	1.29
K <sub>2</sub> O . . . . .	3.59	3.81	2.49
Na <sub>2</sub> O . . . . .	4.34	7.00	4.57
Summe	100.00	153.05	100.00

Gruppenwerte.	Projektionswerte.
s = 76.16	
A = 7.06	a = 10.13 = 10
C = 2.84	c = 4.07 = 4
F = 4.04	f = 5.80 = 6;
M = 0.29	
T = 0.00	demnach a > f > c.
k = 1.46	
n = 6.47	

Der Analysenort dieses Ergussgesteins fällt beinahe mit demjenigen des quarzporphyritischen Dacites (225) vom Ngangsi-tso zusammen oder mit demjenigen eines Kalkalkaligranites, Quarzporphyrites oder gewisser dacitischer Magmen. Das Gestein nähert sich auch sehr gewissen Kalkalkalitrachyten, z. B. dem Glimmertrachyte von Tolfa, ist aber saurer als diese.

Anstehend gleich westlich des Lagerplatzes 246, Hlagar, südlich von Lapta.

#### 816. Grauer, grobkörniger **Biotit-Hornblendegranit**.

Das Gestein gehört demselben Typus wie z. B. (168) an; anstehend in der Felsenschwelle des Passes Terruki-la, 4 Kilom. südwestlich des Lagerplatzes 246, Hlagar.

**817, 818. Graulich braune Augitandesite.**

Dasselbe Gestein wie (814) etc. Anstehend ca. 8 Kilom. südwestlich vom Lagerplatz 246, Hlagar.

**819. Rotlich grauer Dacit.**

Ungefähr dasselbe Gestein wie (814), (817) etc.; enthält jedoch Quarzeinsprenglinge in verhältnismässig grosser Menge. Anstehend gleich südwestwärts von (817), bei Lo-an.

**820. Graulich brauner Glimmerdacit.**

Die Grundmasse besteht aus kurzen, leistenförmigen *Plagioklas*individuen, zusammengesetzt aus Zwillingen nach dem Albitgesetz, die zu *M* (010) gerade auslöschen, ein saurer *Oligoklas*.  $Ab^4An^1$ . Zwischen den Oligoklasleisten steckt eine braune, äusserst feinstruierte, aggregatpolarisierende Masse, vermutlich ein ursprünglich isotropes Glas, jetzt infolge sekundärer Vorgänge in ein feines Aggregat doppelbrechender Körnchen umgewandelt.

Die Einsprenglinge bestehen aus *Plagioklas* und *Biotit*: dazu treten noch *Magnetit*kristalle mit Leukoxenrand und *Titanit* von der bekannten Briefkouvertform. Die *Plagioklase* setzen sich aus Zwillingen nach dem Albit- und Periklingesetz zusammen und zeigen oft zonaren Bau, zuweilen mit basischer Rekurrenz, gewöhnlich aber die Hülle saurer als die zentralen Teile; diese letztgenannten können aus *Andesin*,  $Ab^3An^2$ , bestehen, während die Hülle von demselben sauren *Oligoklas* gebildet wird, wie die Grundmassemikrolithe. Man sieht auch vereinzelte einheitlich struierte Feldspattafeln, die vielleicht als *Sanidin* zu deuten sind. Der *Biotit* bildet regelmässig hexagonale Tafeln mit  $\alpha$  = gelb,  $\beta$  und  $\gamma$  = undurchsichtig braun. Hier und da tritt ein Quarzeinsprengling hervor.

Ohne chemische Analyse ist es natürlich sehr schwer zu sagen, ob das Gestein besser den Daciten (815) etc. oder den Trachyten (783—786) zuzurechnen ist.

Die Probe stammt von derselben Lokalität wie (819).

**821, 822. Roter bis dunkler hyalopilitischer Dacit.**

Identisch mit (815). Anstehend an der Nordseite des Passes Dotsa-la, 5 Kilom. nordöstlich des Lagerplatzes 247.

**823. Verwitterter, graugelber Granitporphyr.**

Die Probe stammt vom Flusstal s.ö. von Tschajo-Gunsa, Lager 247.

**824. Grauweisser, gesprenkelter Dacit.**

Die Grundmasse ist glasisch, nunmehr durch sekundäre Prozesse umgewandelt in ein feinstruiertes, aggregatpolarisierendes Gemenge kleiner Körner mit eingestreuten Kristallfitterchen von Quarz, Feldspat, Biotit etc. Die Umwandlung folgt oft eigentümlich gebogenen, verästelten Linien, zuweilen an die perlitische Absonderung erinnernd. Die Einsprenglinge bestehen aus Quarz, Biotit, Kalifeldspat und gewöhnlich stark zersetztem Plagioklas. Der Quarz bildet Dihexaeder oder Bruchstücke solcher mit magmatischen Resorptionsbuchten. Die Einschlüsse sind unregelmässig schuppenförmig; sie bestehen aus Glas und sind in einen Teil des Einsprenglings angesammelt, während andere Partien desselben, hauptsächlich die peripherischen, aus von Interpositionen ganz freiem Quarz, vermutlich Neubildungen der Effusionsperiode, bestehen. Der Kalifeldspat bildet glasklare Tafeln mit schlecht ausgebildeten Spaltrissen; diese Einsprenglinge sind viel seltener als die Quarzdihexaeder. Der Biotit tritt als regelmässig begrenzte Tafeln auf mit  $\alpha$  = hellgelb,  $\beta$  und  $\gamma$  = dunkelbraun. Wie hier oben erwähnt wurde, treten in der

Masse tafel- bis leistenförmige, feinstruierte Aggregate von Glimmerschuppchen und Quarzkörnchen auf; in einigen von diesen sieht man noch Reste von zwillingslamelliertem *Plagioklas*, und man konnte vielleicht annehmen, dass alle diese Aggregate ursprüngliche Plagioklaseinsprenglinge gewesen sind, eine Annahme, die durch die chemische Analyse bestätigt zu werden scheint.

Die chemische Analyse, ausgeführt von Dr. ALBERT ATTERBERG an der staatlichen chemischen Station zu Kalmar, ergab folgende Werte:

SiO <sub>2</sub> . . . . .	69.04 %
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0.40
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	15.44 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	1.69
FeO . . . . .	0.80
MnO . . . . .	0.09
MgO . . . . .	0.70
CaO . . . . .	0.86
BaO . . . . .	0.00
K <sub>2</sub> O . . . . .	4.17
Na <sub>2</sub> O . . . . .	1.39
CO <sub>2</sub> . . . . .	0.34
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0.19
H <sub>2</sub> O (bei 105° C.) . . . . .	1.91
Gluhverlust . . . . .	3.26
Summe	101.18 %

Reduziert und umgerechnet nach OSANN ergibt die Analyse:

	Gewichts- prozent	Molekular- proportionen	Molekular- prozent.
SiO <sub>2</sub> . . . .	74.39	123.16	80.98
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . .	16.33	15.98	10.51
FeO . . . .	1.75	2.43	1.60
CaO . . . .	0.91	1.62	1.07
MgO . . . .	0.74	1.83	1.20
K <sub>2</sub> O . . . .	4.41	4.68	3.08
Na <sub>2</sub> O . . . .	1.47	2.37	1.56
Summe	100.00	152.07	100.00

Gruppenwerte

s = 80.98  
A = 4.64  
C = 1.07  
F = 2.80  
M = 0.00  
T = 4.80  
k = 2.47  
n = 3.36

Protektion-werte.

a = 11  
c = 2.5  
f = 6.5;

demnach a > f > c.

Der Analysenort dieses Gesteins (hier unten S. 156) fällt mit demjenigen gewisser Granite, z. B. des Granites von Hautzenberg,<sup>1</sup> zusammen sowie mit demjenigen dacitischer und quarzporphyritischer Magmen, z. B. des Quarzglimmerfelsophyrites von Schirmeck, Unter-Elsass,<sup>2</sup> mit folgenden Projektionswerten:

$$a = 11$$

$$c = 3$$

$$f = 6$$

Der Dacit aus dem Transhimalaya ist jedoch etwas saurer als der Quarzporphyrit aus Unter-Elsass. Er kommt auch dem quarzporphyritischen Dacit vom Ngantsetso (226) sehr nahe Anstehend gleich w. des Lagers 247, Decken der Felsenhügelchen der Gegend bildend.

#### 825. Dunkelgrüner, quarzporphyritischer Dacit.

Identisch mit (226) etc. Anstehend bei Kung-hle, südwestlich des Lagerplatzes 247.

#### 826, 828. Dunkelgrauer Diabas.

Das Gestein besteht aus kurzen *Plagioklasleisten*, zwillinglamelliert nach dem Albitgesetz. Gemessenes Maximum der zu *M* (010) symmetrischen Auslöschung der Lamellen = 32°, ein *Labradorit*,  $Ab^{1/2}An^{1/2}$ . Die Leisten zeigen unter sich eine ziemlich parallele oder auch eine wirre Anordnung. Die Zwischenräume werden von klargrüner *Chloritsubstanz* eingenommen, in welcher man zuweilen einen unbedeutenden Rest von farblosem *Augit* wahrnehmen kann. Dazu treten in der Gesteinsmasse regelmässig begrenzte Körner eines titanhaltigen *Magnetites*. — Die Struktur ist eine typische Ophitstruktur ohne eigentliche Einsprenglinge, wenn auch gewisse Individuen grösser sind als die übrigen.

Das Gestein stimmt mit (688) überein, ist aber viel feinkörniger als dieses und zeigt dazu eine deutlich fluidale Anordnung der Plagioklasleisten.

Anstehend in einem steilen Felsenhügelchen am Lager 248 zusammen mit (827).

#### 827. Rotbrauner Kristalltuff.

Identisch mit (748). Am Lager 248.

#### 829. Hellgrauer Dacit.

Felsenhügelchen an der Ostseite des Tales ungefähr 3 Kilom. südwestlich des Lagers 249.

#### 830. Dunkelgrauer bis brauner Dacit.

Anstehend ungefähr 3 Kilom. südwestlich von (829), kleine Felsenschwellen bildend.

#### 831. Grauer Schriftgranit.

Identisch mit (747). Anstehend in der Wegbiegung ungefähr 3 Kilom. westlich vom Dschukti-la.

#### 832, 833. Grauer Granitporphyr.

Ähnelt in hohem Grade (743), (1072) etc. und kann demnach als ein hornblendeführender, granophyrischer Granitporphyr bezeichnet werden. Lose Blöcke, zu grossen Massen auf dem Passe Dschukti-la (5 821 m ü. d. M.) angehäuft.

<sup>1</sup> ROSENBUSCH, Elemente d. Gesteinslehre, Stuttgart 1910, S. 239, Analyse 1.

<sup>2</sup> ibid., S. 366, Analyse 13.

**834. Grauweißer Dacit.**

Identisch mit (824). Anstehend bei Dschukti-tschangma, ungefähr 4 Kilom. östlich des Lagerplatzes 250.

**835. Grauer, porphyrischer Biotitgranit.**

Das Gestein stimmt, sowohl was die Struktur als die Zusammensetzung betrifft, in einem so hohen Grade mit (266) etc. überein, dass es als mit diesem genetisch zusammengehörig, dieselbe Magmadifferenzierung wie dieses darstellend, angesehen werden kann.

Anstehend am Lager 250. Dungalung-sumbo.

**836. Geröll von milchweissem Quarz.**

Am Lager 250.

**837–843. Graue, porphyrische Biotithornblendegranite oder Quarzbiotitdiorite.**

Graue oder bei Verwitterung graurote Granite mit grösseren *Orthoklasen* und mit *Biotit* nebst etwas *Hornblende*, dem Typus (168) zugehörig, oder mit *Hornblende* nebst zurücktretendem *Biotit*, d. h. sich den Quarzbiotitdioriten des Typus (262) oder, wenn man so will, dem Lhasagranit nähernd.

Diese Gesteine stehen an der Talmündung des Dschukti-Flusses, 9 Kilom. nordöstlich von Gartok, fest an.

Ganz dieselben Granit- resp. Quarzbiotitdioritvarietäten finden sich auch z. B. am Ding-la, nordöstlich von Toktjen, am Passe Sur-la, nördlich von Tuksum, am Passe Nima-lung-la, nord-nordöstlich von Tradum, am Teta-la, südlich vom Terinam-tso etc. Sie sind auch gegen N.W. z. B. bei Demtschok, Tsake-la, angetroffen worden und scheinen demnach innerhalb der ganzen bis jetzt bekannten Erstreckung des Transhimalaya vorzukommen, von Lhasa im O. bis wenigstens zur Gegend von Tankse im N.W.

**844. Grauer Granitporphyr.**

Identisch mit (833). Geröll der Detrituskegel am Fuss der Nordseite des Gartok-Indus-Tales, s.ö. des Lagers 257.

**845. Grauer Granitporphyr.**

Identisch mit (844). Bildet den Felsenhügel, auf welchem das Kloster Taschi-gang aufgebaut ist; das Lager 258.

**846–851. Graublauer oder, verwittert, rötlicher Marmor.**

Kristallinisch körniger Kalkstein mit Kalkspatadern, oft deutliche Faltungserscheinungen zeigend, aber, wie man schon auf Grund der allgemeinen Strukturverhältnisse erwarten musste, ohne Spuren von Fossilien.

Die Proben stammen aus der Gegend zwischen Demtschok und dem Lagerplatze 261, von der Südseite des Gartok-Indus.

**852. Feinkorniger Marmor.**

Am Lager 262.

**853. Grauer Quarzbiotitdiorit (»Hornblendegranit«).**

Identisch mit (262) etc. Lose Blöcke zwischen den Lagerplätzen 263 und 264. Fest anstehender Felsen war nicht zu erreichen. Alle Hügel der erwähnten Strecke bestehen aus lauter losem Verwitterungsmaterial.

**854. Grüner, gebanderter Sandstein.**

Das Gestein ist mit (412), (408) etc. identisch, zusammengesetzt aus kleinen, 0.15—0.25 mm grossen Quarzsplittern, die keine Spuren einer Abnutzung durch Wasser zeigen, und schuppigen Partien umgewandelter Feldspate; das Ganze wird durch eine calcitreiche, chloritische Zwischenmasse verkittet und scheint auf Kosten der jungen, späteocänen Eruptivformation der Gegend gebildet worden, demnach selber posteocän, jungtertiär, zu sein.

Lose Blöcke zusammen mit (853).

**855, 856. Grauer, porphyrtiger Quarzbiotitdiorit (»Hornblendegranit«).**

Identisch mit (853), (838), (262) etc. Über das Vorkommen dieser Gesteine wird nichts angegeben.

**857. Graugrüner Dioritporphyrit.**

Die Grundmasse kann als pilotaxitisch bezeichnet werden, zusammengesetzt aus feinen *Plagioklas*leistchen und *Magnetit*staub sowie kleinen Mikrolithen, die als *Augit* gedeutet werden können. In dieser feinkristallinen Masse liegen Einsprenglinge von farblosem bis schwach grunlichem, diopsidähnlichem *Augit* in kurzen achteckigen Säulen, die von Prisma und Pinakoid begrenzt sind, und mit Zwillingen nach der Querfläche;  $c:c = 40^\circ$ . Dazu sieht man leistenformige *Plagioklase*, gewöhnlich stark umgewandelt, jedoch in einigen Fällen Zwillinglamellierung nach dem Albitgesetz zeigend. Gemessenes Maximum der zur Zwillingsebene symmetrischen Auslöschung der Lamellen =  $28^\circ$ , ein saurer *Labradorit*, ungefähr  $\text{Ab}^{57}\text{An}^{43}$ . Die *Magnetit*-einsprenglinge zeigen oft einen weissgrauen *Leukoxen*rand.

Steht vertikal, streichend W.  $15^\circ$  S.—O.  $15^\circ$  N., südlich des Lagers 267, Tschu-schul.

**858, 859. Grauer Quarzbiotitdiorit (»Hornblendegranit«).**

Identisch mit (850), (838) etc. (858) südöstlich des Lagers 267, (859) an demselben.

**860, 861, 863. Stark verwiterte, porphyrtige Gesteine.**

Unterhalb des »Kla«-Hügels, südöstlich des Lagers 268.

**862. Dunkler Hypersthenaugitdiorit.**

Das Gestein besteht aus *Plagioklas*, *Hypersthen*, *Augit*, *Biotit*, *Magnetit* und *Apatit* sowie vereinzelt *Hornblende*individuen. Der *Plagioklas* bildet grosse Tafeln, zusammengesetzt aus Zwillingen nach dem Albit- und Periklingesetz und zonaren Bau zeigend, der Kern ein basischer *Andesin*, die Hülle ein *Oligoklas*. Der *Pyroxen* besteht zum Teil aus *Hypersthen* mit  $a$  = hellrot,  $b$  = farblos,  $c$  = grün, zum Teil aus farblosem bis schwach grunlichem, diopsidähnlichem *Augit* in Zusammenwachsung mit dem *Hypersthen*, beide zuweilen von grüner, kompakter *Hornblende* umgeben. In den Zusammenballungen des *Pyroxens* sieht man oft braunen, resp. gelben *Biotit* sowie *Magnetit*. Der *Apatit* bildet verhältnismässig dicke Kristallsäulen.

Eine volumetrische Bestimmung ergab folgendes Resultat:

Plagioklas . . . . .	70.71	Volum-%
Pyroxen und Hornblende . . . . .	18.16	»
Biotit . . . . .	4.74	»
Magnetit . . . . .	3.89	»
Apatit . . . . .	2.50	»

Das Gestein kommt zusammen mit (860) etc. vor.

864. Stark verwittertes **Porphyrgestein**.

Anstehend südöstlich des Lagers 268.

865—875. Weissgraue bis graue, gestreifte **Granite**.

Ohne Angabe des Fundortes.

876.<sup>1)</sup> Rotblonder, dichter **Kalkstein**.

Petrographisch identisch mit (89). Anstehend am Lager 285, Karakorum.

877. Dunkel graulich brauner **Kalkstein**.

Anstehend am Lager 289.

878. Dunkelgrauer **Sandstein**.

Scheint petrographisch mit (880) etc. identisch zu sein und sollte folglich eine posteoocäne Ablagerung bilden. Am Lager 290. Das Fallen 80° gegen O. 15° N.

879. Grauschwarzer, dichter **Schiefer**.

Anstehend am Lager 291.

880. Dunkelgrauer, **quarzitischer Sandstein**.

Anstehend an der Felsenecke zwischen den beiden Tälern, westlich des Lagers 292.

881. Dunkelgrauer, **quarzitischer Sandstein**.

Westlich des Lagers 295, »wo das Tal die östnordöstliche Richtung einschlägt«. Das Fallen 20° gegen O. 10° S.

882, 883. Rotbrauner, **kristallinischer Kalkstein**.

Pflasterstruierter, gänzlich umkristallisierter Kalkstein ohne Spuren von Fossilien. Anstehend gleich östlich des Lagerplatzes 296. Das Fallen 60° gegen O. 15° N.

884. Grauer, glimmerreicher **Sandstein**.

Das Gestein ist glimmerreicher als (878), (880) etc. und zeigt schieferige Textur. In der Nahe des Lagers 297. Das Fallen 62° gegen N. 10° O.

885—888. Graulich weisser, dichter **Kreide(?) -Kalkstein**.

In einem Dunnschliffe sieht man undeutliche Spuren von Fossilienskeletten. Durchschnitten teils von Foraminiferen und teils von dicken Schalen, die genau dieselbe Mikrostruktur aufweisen wie die Schalen des *Praeradiolites Hedini* DOUV. vom Aksai-Tschin. Ohne behaupten zu wollen, dass diese Fragmente gerade die erwähnte Spezies repräsentieren, glaube ich doch, dass es sich wirklich um Radiolitesschalen handelt, und dass der betreffende Kalkstein folglich dem Kreidesystem zugehört. Für diese Annahme könnte auch der Umstand sprechen, dass (885—888) mit demselben Streichen wie der cenomanen Radioliten-Kalkstein (42—63) in der Streichungsrichtung desselben ung. 40 Kilom. weiter nach W. N. W. vorkommen.

Die Stufen wurden westlich und östlich des Passes (5,355 m ü. d. M.) zwischen den Lagerplätzen 297 und 298 sowie bei dem letztgenannten gefunden.

<sup>1)</sup> (876) und folgende Nummern repräsentieren teilweise nur centimetergrosse Gesteinssplitterchen, gesammelt während der letzten abenteuerlichen Durchquerung des tibetanischen Hochlandes vom Karakorum-Passe im N.W. bis Semoku (Brahmaputratäl) im S. sowie während der letzten Marsche durch den Transhimalaya.



**889, 890.** Rotbrauner, kalkhaltiger **Sandstein**.

Identisch mit (99), (100), (114) etc. Lose Blöcke auf dem Passe des Tages» (d. 8. Jan. 1907) westlich des Lagerplatzes 299.

**891.** Rötlicher, dichter **Kalkstein**.

Identisch mit (885) etc.; die rötliche Färbung ruht von der Verwitterung her. Westlich vom Lager 300, in der Felsenschwelle zur Linken.

(892. Fehlt in der Sammlung.)

(893. Leider ist nur ein winziges Fragment dieser in den Notizen HEDIN's als gemein bezeichneten Körper vorhanden. Unmöglich gegenwärtig zu bestimmen. Nordwestlich des Lagerplatzes 304.)

**894.** Weisser, dichter, verwittert rötlicher. **Kalkstein**.

Identisch mit (891) etc. Beim Lager 306. Herrscht in der Gegend allgemein vor und gibt der ganzen Landschaft einen rötlichen Farbenton.

**895.** Grauer dichter **Kalkstein**.

Identisch mit (87), (93), (899), (901) etc. Ohne Angabe des Fundortes.

**896.** Rotes **Konglomerat**.

Scheint nur ein Verwitterungskonglomerat zu sein. Im Tale n.w. des Lagerplatzes 308. Auch hier herrscht derselbe graue bis rötliche Kalkstein wie weiter nordwestlich vor.

**897.** Grauer, dichter **Kalkstein**.

Identisch mit der früher erwähnten hellen Kalksteinen (885), (891), (894) etc. Anstehend im oberen Teil desselben Tales (nordwestlich des Lagerplatzes 308), aus dessen unteren Partien (896) stammt.

**898.** Gelblicher **Sandstein**.

Identisch mit (890). Am nördlichen Ausgang zum Passe zwischen den Lagerplätzen 308 und 309.

**899.** Dunkler, verwittert roter. **Kalkstein**.

Identisch mit (895), (901) etc. Anstehend in der kleinen Felsenecke gleich nördlich des Lagers 309.

**900.** Hellgrauer, dichter **Kalkstein**.

Petrographisch mit z. B. (89), (193), Barrémien-Kalkstein aus der Gegend von Lhung-nak. identisch. Anstehend beim Lager 309.

**901, 902.** Dunkelgrauer, dichter **Kalkstein**.

Identisch mit (93), (95) etc. (901) beim Lager 312. (902) an der Landecke des Sees nordwestlich vom Lager 313.

**903—907.** Grauer bis rötlicher, dichter **Kalkstein**.

Identisch mit (900), (101), (104), (193) etc. Anstehend zwischen den Lagerplätzen 313 und 320.

**908.** Dunkelgrüner, quarzitischer **Schiefer**.

Identisch mit (80), (81), (141). Anstehend, eine unbedeutende Partie bildend, w.n.w. des Lagers 321.

**909. 910.** Weissgelber, **kristallinischer Kalkstein**.

Ohne Angaben des Fundortes.

**911.** Grüngrauer **Feldspatsandstein**.

Das Gestein besteht aus eckigen Fragmenten eines Feldspats, der nunmehr in ein schuppiges Glimmer- und Chloritaggregat umgewandelt worden ist. Die Fragmente zeigen einen Durchmesser von ung.  $\frac{1}{3}$  mm. »An der ersten Quelle«, nordwestlich des Lagers 325.

**912—914.** Dunkler, z. T. glimmerreicher **Schiefer**.

Identisch mit (908) etc. (912) »auf dem zweiten Passe« s.o. vom Lager 324; (913) südöstlich desselben Passes, (914) in der Nähe des Lagers 326.

**915.** Dunkelgrauer **Sandstein**.

Geröll am Lager 326.

**916.** Dunkelgrauer, **arkosartiger Sandstein**.

Identisch mit (880) etc. Am Lager 327.

**917.** Rotlich brauner, **quarzitischer Sandstein**.

Ähnelt in hohem Grade (880) etc. Geröll am Lager 327.

**918.** Dunkler, geharteter(?) **Schiefer** oder feinkorniger, **schieferiger Quarzit**.

Identisch mit (908), (912) etc. Zwischen den Lagern 329 und 330. Das Fallen: zuerst 30° gegen S.S.W., dann fast senkrecht mit dem Streichen O. 10° N. und nahe dem Lager 330 33° mit demselben Streichen.

**919, 920.** Grauer, **phyllitischer Schiefer** mit Quarzeinlagerungen.

Das Gestein ist mit dem seidenglänzenden phyllitischen Schiefer (443) etc. identisch; ebenso stimmt dieser Schiefer sehr genau mit den von HAYDEN während der englischen Expedition nach Lhasa unter Sir YOUNGHUS-BAND (1903) angetroffenen feingefalteten Phylliten jurassischen Alters von der Phari-Ebene, von Gyantse, Karo-la und anderen Lokalitäten (s. S. 63, 89) überein.

Anstehend auf dem flachen Passe (5,655 m ü. d. M.) westlich vom Lagerplatz 330.

**921.** Grauer und rotlicher, grobkorniger **Granitit**.

Etwas saurer als der Hornblendegranit (Quarzbiotitdiorit), der hier oben unter Nummer (202) beschrieben wurde, sonst mit diesem übereinstimmend.

Anstehend westlich des Lagerplatzes 330.

**922.** Dunkel graugrüner, schieferiger **Quarzit**.

Fast vollständig mit (919) übereinstimmend, stellt das Gestein eine grobkörnigere Variation dieses Schiefers dar. Es scheint, als wenn schieferige und quarzitische Schichten hier mit einander wechseln.

Anstehend gleich östlich des Lagers 330.

**923. Grauer Quarzbiotitdiorit (Hornblendegranit).**

Identisch mit (262) etc., etwas basischer als (921). Ungefähr halbwegs zwischen den Lagern 330 und 331.

**924. Grauer, phyllitischer Schiefer.**

Identisch mit (919). Anstehend am Lagerplatz 331 mit dem Fallen 68° gegen O. 40° N.

**925. Dunkelgrauer und schwarzer Quarzschiefer.**

Scheint mit (412) übereinzustimmen. Anstehend sowohl zwischen den Lagern 332 und 333 als bei dem zuletzt genannten. Das Fallen 50° gegen N.

»In einem Nebental scheint rötlicher Granit fest anstehend vorzukommen, und unter den Kies- und Blockmassen des Talbodens herrschen rote und graue Granite vor.«

**926. Gelbrotes Konglomerat.**

Runde Quarzkörner in Kalkspatcement. Zusammen mit (927).

**927. Rotbrauner Quarzschiefer.**

Sehr nahe mit (448) etc. übereinstimmend. Anstehend am Lager 333.

**928. Hellgrauer, dichter Kalkstein.**

Östlich des Lagers 333. Das Fallen 72° gegen S. 38° W.

**929. Dunkler Quarzschiefer.**

Gleich östlich vom Lager 339. Das Fallen 88° gegen S. 10° W.

**930. Grüngrauer Sandstein.**

Zwischen den Lagerplätzen 339 und 340.

**931. Graulich roter, quarzitischer Sandstein.**

Steht in der Nähe von (927), (670) etc. Anstehend östlich von (930) mit dem Fallen 59° gegen N. 30° O.

**932–934. Dünnplattiger, weissgelber Kalkstein und Feuerstein.**

Lose Blöcke auf dem Wege, etwas östlich von (931).

**935–937. Graue und rötlich weisse, dichte Kalksteine.**

Identisch mit (899–907) etc.; mutmasslich wie diese den älteren Teilen des Kreidesystems zugehörig.

Anstehend zwischen den Lagerplätzen 340 und 342. Das Fallen wechselt: westwärts = 43° gegen O., ostwärts = 25° gegen W. 40° N.

**938, 939. Graugrüne Phyllite mit Quarzeinlagerungen.**

Seidenglänzende, graugrüne Schiefer mit schöner Fältelung, identisch mit (920) etc. Im Schiefer liegen Linsen oder Lagen von milchweissem Quarz.

Anstehend auf dem Passe (4,886 m u. d. M.) nordwestlich des Lagers 345. Pankur. Die Gesteinsmasse ist stark verwittert und aufgelockert.

**940. Grauer Quarzbiotitdiorit** (Hornblendegranit).

Das Gestein besteht aus *Plagioklas*, *Orthoklas*, *Quarz*, *Hornblende*, *Biotit*, *Apatit*, *Titanit* und *Magnetit*.

Der *Plagioklas*, leisten- oder tafelförmig, besteht aus Zwillingen nach dem Albit-, Karlsbader- und Periklingesetz und zeigt zonaren Bau. Maximum der zu  $M(010)$  symmetrischen Auslöschungsschiefe der Hülle  $8^\circ$ , des Kernes  $21^\circ$ . Nach der Lage des «*éclairément commun*» sind diese beiden Winkelwerte negativ (SCHUSTER); demnach die Hülle =  $Ab^3An^1$ , der Kern =  $Ab^7An^4$ , die Hülle, wie gewöhnlich, saurer als der Kern. Die Lichtbrechung eines nichtzonaren Plagioklases zu derjenigen des Quarzes:  $\alpha'$  ungefähr =  $\omega$ ,  $\gamma' > \epsilon$ , d. h. dieser Plagioklas ungefähr =  $Ab^7An^3$ . — *Orthoklastischer Feldspat* ist sehr selten und er zeigt nie die selbständige Begrenzung des Plagioklases; er füllt, zusammen mit dem *Quarz*, die Zwischenräume der übrigen Bestandteile aus. — Die *Hornblende* kurz säulenförmig: a = hellgelb, b und c = dunkelgrün. — Der *Biotit* bildet regelmässig sechsseitige Tafeln: a = gelb, b und c = braun. — Der *Titanit* zeigt die bekannte Briefkuvertform. — Der *Apatit* bildet lange Stengel.

Das Gestein gehört dem im Transhimalaya gewöhnlichen Quarzbiotitdiorit-Typus (262), etc. an, der auch im Himalaya eine weite Verbreitung zeigt und unter dem Namen Hornblendegranit bekannt ist. Kataklastische Erscheinungen sind nicht zu sehen.

Anstehend beim Lagerplatz 345, Pankur.

**941. Grauer, feinkörniger Granitit.**

Feinkörniger als (921), sonst mit diesem übereinstimmend. Anstehend in kleinen, über die Bodenoberfläche ragenden Felsenzügen westlich des Lagers 347. Diese Höhenzüge scheinen mir als durch die Verwitterung herausmodellerte, weil widerstandsfähige, obere Partien von Granitgängen gedeutet werden zu können.

**942–945. Roter Porphy, Sandstein und Kalkstein.**

Ohne Angaben des Fundortes.

**946. Grünlicher Quarzit.**

Das Gestein besteht aus abgerollten Quarzkörnern, deren Durchmesser bis auf 2.1 mm steigen kann. Zwischen diesen grösseren liegen kleinere, eckige Quarz- und Feldspatfragmente — die letztgenannten an Menge stark zurücktretend — sowie winzige, lebhaft polarisierende Glimmerblättchen, vereinzelte Turmaline und Zirkone. Die Quarzfragmente zeigen undulöse Auslöschung und sonstige optische, durch Pressung hervorgerufene Deformationen. Die reichliche sekundäre Ausscheidung von Glimmermineralen und Turmalinen deutet nicht eine reine Kontaktmetamorphose, sondern eine Piëzokontaktmetamorphose an, d. h. dass das präeocäne psammitische Material in Zusammenhang mit den späteocänen Eruptionen und der gleichzeitig vor sich gehenden Gebirgsfaltung umgewandelt wurde.

Anstehend am Lager 357, d. h. zwischen den Seen Tong-tso und Schar-tso.

**947. Graulich rotblonder, halbkristallinischer Kalkstein.**

In der Gesteinsmasse, die teilweise einer Umkristallisierung zum Opfer gefallen ist, sieht man unbestimmbare Schalenreste. Zuweilen erinnern diese an *Orbitolina*, ebenso wie die allgemeine Beschaffenheit des Kalksteins an den Orbitolinen führenden Barrémien-Kalkstein (200).

Anstehend am ersten, nördlichsten, Passe, südlich des Lagers 357.

**948. Grauer, dichter Kalkstein.**

Dunkler als (947). Anstehend westlich vom Schar-tso, gleich nördlich vom Kangscham-tsanpo. Das Fallen  $30^\circ$  gegen O.

**949. Grauer, dichter Kalkstein.**

Am Lager 361; das Fallen  $75^\circ$  gegen N.  $20^\circ$  W.

**950. Hellgrauer, kristallinischer Kalkstein.**

Anstehend auf dem Passe Tschaklam-la (5,285 m ü. d. M.) und unterhalb desselben. Die Verwitterungsmassen zwischen dem Tschaklam-la und dem Lager 363 bestehen zum allergrössten Teil aus diesem Kalkstein.

**951. Dunkelgrauer, quarzitischer Schiefer.**

Identisch mit (1008), (952), (337) etc. Fest anstehende Felsen sind zwischen den Lagerplätzen 362 und 363 nicht wahrzunehmen, nur lose Verwitterungsreste. Die Probe wurde aus diesem Kies genommen.

**952. Dunkelgrauer, quarzitischer Schiefer.**

Identisch mit (951). Anstehend am Lager 363. Das Fallen  $46^\circ$  gegen N.  $10^\circ$  O.

**953. Hellgrauer, quarzitischer Schiefer.**

Heller als (952). Auf dem Passe Sangtschen-la (5,356 m ü. d. M.) nördlich des Lagers 364.

**954. Grünlicher, sandiger, harter Schiefer.**

Das Gestein zeigt eine an Übereinstimmung grenzende Ähnlichkeit mit (919), (920), und es scheint, als wenn alle diese vier zuletzt erwähnten Schiefergesteine mit einander identisch und durch eine späteocäne Piézokontakmetamorphose umgewandelt worden wären.

Anstehend nördlich des Lagerplatzes 367 mit steilem, südlichem Fallen.

**955. Rotgrauer Porphyrit.**

Das Gestein zeigt eine so weit getriebene Verwitterung, dass eine nähere Bestimmung nicht durchzuführen ist.

Anstehend nördlich des Lagers 369.

**956. Roter quarzporphyritischer Dacit oder Tuffporphyroid.**

Das Gestein mit starken sekundären Umwandlungen lässt sich sehr schwer mit Sicherheit bestimmen. Die Hauptmasse besteht aus rundlichen, trüben Kügelchen, isotrop oder mit feiner Aggregatpolarisation; man könnte diese Körper als zum Teil umgewandelte Aschenteilchen deuten; zwischen diesen, die ganze Masse verkittend, sekundär ausgeschiedene Kieselsäure. In dieser Masse sieht man *Quarz*- und *Feldspat*kristalle oder Fragmente solcher; die Quarze zeigen oft Dihexaëderform; der Feldspat besteht gewöhnlich aus *Plagioklas*. Dazu treten Fragmente eines Porphyrites.

Anstehend auf dem Passe Satsot-la (4,856 m ü. d. M.), nördlich des Lagers 370.

**957. Dunkelgrauer, quarzitischer Schiefer.**

Das Gestein zeigt mit (952) grosse Ähnlichkeit. Nördlich des Lagerplatzes 372, Merkesong; das Fallen  $67^\circ$  gegen N.  $15^\circ$  W.

**958. Gelblicher, grobkörniger Granitit.**

Das Gestein ist identisch mit (921) etc. Anstehend auf dem Passe nördlich von Merke-song, Lager 372.

**959. Grauer Quarzbiotitdiorit (Hornblendegranit).**

Identisch mit (292—297). (301) etc. Anstehend beim Lager 372, Merke-song.

**960, 961. Schriftgranit.**

Dasselbe Gestein wie (520), (747) etc. (960) ohne Angabe des Fundortes; (961) loses Stück nördlich des Lagers 381, Buptö.

**962. Weisser, gestreifter Granit.**

Identisch mit (578) etc. Loses Stück auf dem Passe Samje-la (5,527 m ü. d. M.), nordwestlich des Lagers 382. Fest anstehender Felsen nicht zu erreichen.

**963. Dunkelgrauer, schwach quarzitischer Sandstein.**

Scheint mit (451) etc. identisch zu sein.

Anstehend nordwestlich des Lagerplatzes 383, rechts unterhalb der Talerweiterung.

**964—969. Grune, kalkhaltige, phyllitische Schiefer.**

Schiefer mit starkem Seidenglanz und feiner Fältelung auf den Schichtflächen, in Wechselagerung mit dünnen Quarzstreifen. Diese Serie ist petrographisch mit (641—644), (443—445) etc. identisch und könnte ebenso wie diese als Glimmerquarzite mit Schieferrändern oder als phyllitische Schiefer mit Quarziträndern bezeichnet werden. Sie würden somit jurassische, während der späteocänen Zeit piézokontaktmetamorphosierte, pelitische und psammitische Sedimente bilden. (964—966) wurden nordwestlich des Lagers 384, (967—968) nördlich des Lagers 385, (969) westlich des Lagers 386 gefunden. Das Streichen und Fallen wechselt stark; die Gesteinsserie zeigt kräftige Faltungen und gehört der Lunpo-gangri-Kette an.

**970, 971. Grauer, verwittert gelber, sandiger Schiefer.**

Anstehend mit dem Fallen 25—35° gegen N. 10—15° O., westlich des Lagers 387.

**972. Dunkler Schiefer mit härteren, quarzitischen Bändern.**

Anstehend westlich des Lagers 388, »wo der Strom die Terrasse der rechten Talseite bespult«. Das Fallen 26° gegen O. 30° N.

**973. Graugrüner, sandiger Schiefer.**

Identisch mit (970) etc. Anstehend zusammen mit (972).

**974. Graugrüner Sandstein.**

Identisch mit (973) etwas grobkörniger als dieser. Westlich des Lagers 389.

(975. Geröll am Passe Gabuk-la, w. des Lagers 390.)

**976, 977. Dunkelgrauer Schiefer.**

Scheint identisch mit den Schiefen (409), (908), (972) etc. oder wenigstens denselben sehr ähnlich zu sein. (977) ist etwas grobkorniger, Quarzschiefer, und kommt in Wechsellagerung mit dem feinkörnigeren Schiefer (976) vor.

Anstehend westlich des Lagers 390; das Fallen 72° gegen N. 20° O.

**978. Schwarzgrauer Quarzaugitdiorit.**

Das Gestein besteht aus *Plagioklas*, *chloritischen Substanzen*, *Magnetit* und *Quarz*. — Der lang leistenförmige *Plagioklas*, polysynthetisch nach dem Albitgesetz verzwillingt, ist, den optischen Analysen nach zu urteilen, ein  $Ab^{72}An^{28}$ , ein basischer *Oligoklas*. Die Leisten liegen entweder subparallel oder in wirrer Anordnung; die Lucken werden von gelbgrünen, faserigen bis schuppigen *chloritischen Substanzen* und von *Quarz* ausgefüllt. Ab und zu steckt zwischen den Plagioklasen ein trüber, einheitlich struierter *Feldspat*, mutmasslich orthoklastischer Natur. Der *Magnetit* bildet kleine Kristallkörner oder -skelette. Das Gestein ähnelt in hohem Grade dem postsilurischen Quarzdiabas (Kongadiabas) aus Skåne, obwohl sein Plagioklas saurer ist als bei dem erwähnten schwedischen Diabas.

Anstehend 3.4 Kilom. westlich des Lagers 391.

**979. Roter Sandstein.**

Identisch mit (397), (398). Anstehend 3.4 Kilom. westlich des Lagerplatzes 391; mit unregelmässiger Lagerung, auf dem Kopf stehend. 55° gegen N. 10° O. fallend.

**980. Schiefer-Quarz-Breccie.**

Anstehend auf dem Passe Kule-la (5,088 m ü. d. M.) halbwegs zwischen den Lagerplätzen 392 und 393.

**981. Grüner, rostfleckiger Sandstein.**

Identisch mit (415) etc. Anstehend 2 Kilom. sudwestlich des Lagers 394, Semoku. Das Fallen 80° gegen N. 20° W.

**982, 983. Gelblicher Sandstein mit Quarzadern.**

Zeigt grosse Ähnlichkeit mit (475) etc. Anstehend beim Dorf Uschy (Lager 395).

**984. Braungelber, calcithaltiger Schiefer.**

In der feinstruierten Schiefermasse liegen idiomorphe Rhomboëder, mutmasslich Pseudomorphosen nach Calcit, bestehend aus Limonitsubstanz. Anstehend 2.5 Kilom. westlich vom Lager 395 (Uschy). Das Fallen 29° gegen N. 25° W.

**985. Roter, verwitterter Schiefer.**

Anstehend auf der Südseite des Passes, 10 Kilom. südlich des Lagers 396. Das Fallen 50° gegen N. 25° W.

**986. Dunkelgrüner Amphibolitschiefer.**

Grosser, heruntergefallener Block gleich südlich des Lagers 396.

**987. Grüngrauer Schiefer mit sandigen Zwischenlagen.**

Identisch mit (413) und anstehend gleich westlich von diesem, 2.4 Kilom. nördlich des Lagers 396. Das Fallen 33° gegen N. 10° W.

**988. Grober Sandstein oder feinkörniges Konglomerat.**

Das Gestein besteht aus kleinen, grünen bis rötlichen Körnern eines Porphyrgesteins und ist dem Sandstein (990) sehr ähnlich.

Anstehend auf dem Passe 3 Kilom. südöstlich des Lagers 397.

**989. Braungelber, feinkörniger Sandstein.**

Auf dem Passe Teleb-la (4.974 m ü. d. M.), 3.2 Kilom. nördlich des Lagers 397. Das Fallen beträgt 76° gegen N. 20° O.

**990, 991. Graugruener Sandstein.**

Das Gestein besteht aus eckigen Fragmenten von *Quarz*, *Orthoklas*, *Plagioklas*, porphystruierten Ergussgesteinen und aus sekundären *Chlorit*- und *Epidot*ausscheidungen.

Die Quarzfragmente, deren Durchmesser bis auf 0.5 mm steigen kann, zeigen zuweilen die Form eines Dihexaëders; sie treten fast an Menge gegen die Feldspatfragmente zurück; diese bestehen sowohl aus Plagioklas wie aus Orthoklas. — Die Gesteinsfragmente, sogar von 1.8 mm Durchmesser, zeigen Porphystruktur: feinstruierte Hauptmasse aus Andesinleistchen in wirrer oder fluidaler Anordnung mit Einsprenglingen von Plagioklas oder Orthoklas und Quarz; mikrofelsitische Grundmasse mit Orthoklaseinsprenglingen; ophitische Grundmasse wie diejenige eines feinkörnigen bis dichten Diabases. — Dazu treten Nester von zeisiggrünem Epidot und feinschuppige, grüne, chloritische Aggregate mit schwachen Interferenzfarben. — Das Gestein ist offenbar auf Kosten der späteocänen Eruptivformation gebildet und folglich posteocän.

Anstehend 3.5 Kilom. nördlich des Lagers 398, 2.6 Kilom. südlich des Lagers 399; nahe Kjung-tsang. Das Streichen und Fallen wechselt sehr: zuerst, weitest nach S., 80° gegen N. 20° O., dann 60° gegen S. 20° W., weiter nördlich 70° gegen S. und 67° gegen S.

**992. Graugruener Sandstein.**

Identisch mit (990) Anstehend auf dem Passe Gjägong-la mit n.ö., ö. und s.ö. Fallen.

**993. Kalksinter.**

An der heißen Quelle 1.6 Kilom. südlich des Lagers 400.

**994. Dunkelbrauner Porphyr.**

Geröll beim Lager 401. Schutt- und Blockanhäufungen von Porphyr und Granit sind allgemein verbreitet zwischen den Lagern 399 und 401, auf der Gebirgskette Kantschung-gangri.

**995, 996. Graue Quarzbiotitdiorite (»Hornblendegranite«).**

Das Gestein kommt in einer grob- und einer feinkörnigen Varietät an demselben Fundorte, Lagerplatz 403, südlich vom Sangmo-bertik-la (5.586 m ü. d. M.) vor.

Die feinkörnige Varietät (996) besteht aus *Plagioklas*, *Orthoklas*, *Quarz*, *Biotit*, *Augit*, *Hornblende*, *Magnetit* und *Apatit*. — Der *Orthoklas*, im allgemeinen stärker verwittert als der *Plagioklas*, zeigt zuweilen in seinen Randpartien eine schwach ausgeprägte Mikroklinstruktur. Schnitte mit zentral austretender Bisectrix c löschen 9—10° gegen die guten und dicht gelegenen Spaltrisse nach *P* (001). Der *Orthoklas* ist demnach kein reiner Kalifeldspat, sondern ein Natron-Kalifeldspat. — Der *Plagioklas*, zuweilen leistenförmig mit Tendenz zu selbständiger Begrenzung, ist polysynthetisch nach dem Albitgesetz verzwillingt und zeigt oft zonaren Bau, der Kern basischer, ungefähr  $\text{Ab}^2\text{An}^3$ , die Hülle saurer, ungefähr  $\text{Ab}^3\text{An}^2$ . — Der *Quarz* zeigt oft eine Andeutung zu selbständiger Begrenzung, zuweilen in mikropegmatitischer Verwachsung



mit Orthoklas; er bildet jedoch auch den letzten, luckenausfüllenden Magmarest. — Der *Biotit* bildet regelmässig hexagonale Tafeln mit  $2 E = 46^\circ$ ;  $a$  = hellgelb,  $b$  und  $c$  = braun. — Der *Pyroxen* ist, wenn frisch, farblos diopsidartig; seine Randpartien sind immer in Hornblende oder Biotit umgewandelt. Diese Umwandlung kann auch das ganze Pyroxenkorn betreffen; niemals sieht man eine scharfe Grenze zwischen dem Pyroxen und seinen Umwandlungsprodukten; sie gehen allmählich in einander über. Die *Hornblende* bildet stengelige, lappige Individuen von grüner resp. gelber Farbe, oft mit Einlagerungen von Titanit und Eisenerz. — Der *Apatit*, in nicht unbeträchtlicher Menge, bildet regelmässig hexagonale Säulen. — Auch der *Magnetit* bildet Kristalle oder Kristallskelette.

Die volumetrische Bestimmung ergab folgende Werte:

Orthoklas . . . . .	49 %
Plagioklas . . . . .	27 »
Quarz . . . . .	10 »
Übrige Mineralien . . . . .	14 »
Summe 100 %	

Die Struktur zeigt Spuren von Pressung. Das Gestein stimmt mit (262) etc. sehr nahe überein.

#### 997. Weissgrauer Mikrogranitporphyr (Quarzporphyr).

Die mikrogranitische Grundmasse, deren Körner einen Durchmesser von bis zu 0.1 mm haben können, besteht aus *Quarz* und einheitlichem, trübem, *orthoklastischem Feldspat*, unter welchem auch kleine *Plagioklas*individuen stecken. Die Einsprenglinge bestehen aus *Quarz*, oft in freilich nicht besonders gut, aber doch deutlich ausgeprägter Dihexaëderform. Hier und da sieht man einige braune *Biotit*tafeln, opake *Erzkörner* oder *Titanit*nester.

Auf dem Passe Sangmo-bertik-la.

#### 998. Dunkler, doleritischer Basalt.

Das Gestein besteht aus *Plagioklas*, *Augit*, *Eisenerz* und undifferenziertem *Glas*, sowie sekundären *Chlorit*- und *Serpentin*substanzen. — Der *Plagioklas*, tafel- oder breit leistenförmig, ist verzwillingt nach dem Karlsbader- oder Albitgesetz; die zuletzt erwähnte Verzwillingung die häufigste. Er zeigt oft zonaren Bau, die Hülle saurer als der Kern, und Glaseinschlüsse, dem Rand parallel liegend. Nach der optischen Analyse liegt ein *Labradorit*,  $Ab^5An^4$  oder  $Ab^4An^5$ , vor. Der basischere Kern ist oft verwittert, die Hülle immer frisch. — Der *Augit* ist farblos. Er bildet teils idiomorphe, achteckige, kurze, oft verzwillingte Säulen, teils die Ausfüllungsmasse zwischen den Labradoriten und demnach eine Art ophitischer Struktur hervorrufend. Gewöhnlich werden indessen die Lucken zwischen den Labradoriten oder zwischen den Labradorit- und den Augitkristallen von einer winzigste *Magnetit*- und *Plagioklas*mikrolithe hegenden Glasmasse ausgefüllt. In dieser Zwischenmasse sieht man unregelmässige, blassgrüne Partien mit unternormalen oder sehr schwachen Interferenzfarben, mutmasslich *chloritischer* Natur, die durch Umwandlung des Glases gebildet worden sind. Andere Chloritpartien gingen aus Augiten hervor.

Anstehend gleich nördlich des Sangmo-bertik-la.

#### 999. Dunkler, porphyrischer Basalt.

Hier herrscht ein bestimmterer Unterschied zwischen Grundmasse und Einsprenglingen als bei (998). Jene besteht aus braunem *Glas* mit *Plagioklas*leisten, *Augit*mikrolithen und *Magnetit*.

staub; die Plagioklasleistchen liegen wirr angeordnet. Grosse Partien dieser Grundmasse sind in blassgrüne chloritische Substanzen umgewandelt. Die Einsprenglinge bestehen aus *Plagioklas*; sie zeigen aber eine so weit getriebene Verwitterung, dass ihre nähere Bestimmung sich nicht durchführen lässt.

Anstehend nördlich vom Sangmo-bertik-la sowie am Lager 404, nördlich des Passes.

**1000—1002. Dunkler, phyllitischer Schiefer.**

Das Gestein, identisch mit (920), zeigt feine Fältelungen auf den Schichtflächen und umschliesst Linsen oder Lagen von milchweisem Quarz.

Anstehend im Tal gleich südlich des Lagers 405, am nördlichen Abhang der Laptschungschuru-Kette, mit dem Fallen 40° gegen N.

**1003—1005. Grünlich grauer Sandstein-Schiefer mit Quarzdrüsen.**

In einer pelitischen Masse liegen eckige Quarzsplitterchen von ungefähr 0.10 mm Durchmesser eingebettet. Diese tonige Hauptmasse zeigt eine teilweise Umkristallisation zu lebhaft polarisierenden, farblosen Glimmerschüppchen und kurz nadel- oder säulenförmigen Turmalinkristallen, deren Menge jedoch immer untergeordnet bleibt. Auch eine Ausscheidung gelblicher Häute und Körner von Eisenhydroxyd ist oft wahrzunehmen. Das ursprünglich tonig-sandige Material scheint von einer Piëzokontaktmetamorphose, wenn auch immer ganz schwach, beeinflusst worden zu sein.

Anstehend auf dem »kleinen Passe« südlich des Lagerplatzes 407, Kangmar; das Fallen 60° gegen N. 2° W.

**1006. Weissler, schieferiger, feinkristallinischer Kalkstein.**

Lose Blöcke beim Lager 407, Kangmar, heruntergerutscht von den Felsen oberhalb des Lagers.

**1007. Rotblonder, quarzitischer Sandstein.**

Das Gestein ähnelt in hohem Grad (1004), (1005), ist nur etwas grobkörniger als diese; ebenso wiegt das Quarzmaterial der tonigen Einmischung vor. Die Quarzkörner erreichen einen Durchmesser von 0.4 mm und sind dabei ziemlich gut abgerollt. In der Masse liegen vereinzelte Turmalinkristalle mit  $c$  = farblos,  $a$  = grünblau; die idiomorphe Ausbildung derselben gibt an, dass sie authigen sind, und dass das Gestein ein präeruptives, d. h. präeocänes, seitens der späteocänen Eruptivmassen beeinflusstes Sediment darstellt.

Lose Blöcke beim Lager 408, heruntergerutscht von den umgebenden Felsenhöhen, wo das Gestein ansteht zusammen mit (1006) und (1008).

**1008. Dunkler, quarzitischer Schiefer.**

Identisch mit (951), (952) etc. Blöcke zusammen mit (1006) und (1007).

**1009. Schwarze, quarzreiche Schiefermasse.**

In einer feinstruieren, schieferigen Masse liegen zuweilen abgerundete oder eckige Quarzfragmente, die bisweilen die Form eines Dihexaeders zeigen, abgerollte Bruchstücke eines metamorphen Quarzites von dem gewöhnlichen praeocänen Typus, sowie abgerollte Schieferfragmente und Calcitaggregate.

Das Gestein ist allem Anschein nach posteruptiv, d. h. posteocän. Es ähnelt in hohem Grade dem oben beschriebenen (20).

Anstehend auf dem Passe Däntjen-la, südwestlich des Lagers 409. streichend NO.--SW. unter senkrechtem Fallen.

**1010. Dunkler, quarzitischer Schiefer.**

Etwas dunkler als, sonst identisch mit (1008) etc. Anstehend, mit dem Fallen 80° gegen W. 25° S., auf dem Passe Dontjen-la, südwestlich des Lagers 409.

**1011. Grauer, quarzporphyritischer Dacit.**

Die Grundmasse ist mikrofelsitisch. In dieser liegen Einsprenglinge von *Quarz*, oft in Dihexaëderform und mit magmatischen Resorptionsbuchten. Andere Einsprenglinge, die, wie kümmerliche Reste zeigen, ursprünglich aus *Plagioklas* gebildet wurden, bestehen nunmehr aus *Kalkspat*.

Anstehend in einer Felsenecke. gleich südlich des Lagerplatzes 409.

**1012, 1013. Graugrüner, gebänderter Quarzitschiefer.**

Identisch mit (412), (925). An der Südostböschung des Passes Teta-la, s. und s.o. vom Terinam-tso. Das Fallen wechselt zwischen 40 und 60° gegen N.; ganz oben = 60° gegen O. 30° N.

**1014. Grauer bis graugrüner Quarzbiotitdiorit (»Hornblendegranit«).**

Identisch mit (292—298) etc. Anstehend an der Nordwestseite des Passes Teta-la.

**1015. Grauer bis rötlicher, porphyrtiger Biotit-Hornblende-Granit.**

In der ersten Felsenecke n.w. des Lagers 410.

**1016. Graulich gelber, feinkörniger, quarzitischer Sandstein.**

Die oberflächlichen, verwitterten Partien sind rot. Das Gestein besteht aus kleinen, eckigen oder abgerollten Quarzkörnchen von ung. 0.05 mm Durchmesser. Zwischen den Quarzkörnern liegen bräunliche Biotitschüppchen sowie Schuppen von einem farblosen, lebhaft polarisierenden Glimmer, Eisenerzstaub und Chlorit.

Auf der Pass-Schwelle zwischen den Lagern 410 und 411 mit dem Fallen 44° gegen O. 30° N.

**1017. Stark verwitterter, grobkörniger Granitit.**

Das Gestein besteht aus *Quarz*, *Orthoklas*, *Plagioklas* (untergeordnet), *Glimmer* (*Hornblende?*), *Eisenerz*. Der *Feldspat* zeigt starke Trübung und ist in farblosen *Glimmer*, *Epidot* und *Kalkspat* umgewandelt. Der primäre *Glimmer* ist in grüne *chloritische* Substanzen mit unternormalen Interferenzfarben unter Ausscheidung von *Magnetit* umgewandelt worden. Es gibt auch einige *Chlorit*partien von der Form kurzer Säulen, die vielleicht von *Hornblende* herkommen. Der *Quarz* füllt die Lücken zwischen den übrigen Bestandteilen aus, zeigt aber auch eine Tendenz zu selbständiger Begrenzung.

Am Südufer des Terinam-tso, südöstlich des Lagers 411.

**1018. Graugelber, äusserst feinkörniger und sericitreicher, quarzitischer Sandstein.**

Identisch mit (1016), nur etwas feinkörniger und stärker metamorphosiert als dieser. Die Neubildung von farblosem, lebhaft polarisierendem Glimmer ist sehr stark. Turmaline sind nicht beobachtet worden. Anstehend am Südufer des Terinam-tso, südöstlich des Lagers 412, Tertsj, mit dem Fallen 23° gegen S.

**1019. Grauroter, quarzporphyrischer Liparit.**

Losser Block an der roten Felsenecke, die offenbar aus diesem Gestein gebildet wird, s.ö. des Lagers 413, Mendong-gumpa.

**1020. Grauroter, stark verwitterter quarzporphyrischer Liparit**

Eine halbe Stunde nordwestwärts vom Lager 413.

**1021. Quarzit mit Bruchstücken von Andesit.**

In einer aus eckigen Quarzfragmenten bestehenden Masse liegen unregelmässige Fetzen eines Andesites mit porphyritischem Habitus. Das Material genügt nicht um zu bestimmen, ob das Gestein eine »Eruptivbreccie« genannt werden kann. Mit fast vertikaler Bankung, nördlich des Lagers 414.

**1022, 1023. Schwarzer, gehärteter Tonschiefer mit Quarzeinlagerungen.**

Anstehend mit starkem Wechsel des Fallens und Streichens auf dem Passe, nordöstlich des Lagers 415. Der Schiefer gibt grauen Strich.

**1024. Umkristallisierter Kristalltuff oder Lava-Wacke.**

In einer feinkörnigen Hauptmasse liegen kleine, eckige Fragmente von *Quarz* und *Plagioklas*.

Anstehend auf dem Passe, nordöstlich des Lagers 415.

**1025—1030. Stark verwitterte Gerolle aus Granit, Diabas, Porphyr, Quarzit.**

Aus der Umgebung des Lagers 415.

**1031. Verwitterter Quarzbiotitdiorit (Hornblendegranit).**

Das Gestein besteht aus *Feldspat*, *Quarz*, *Biotit*, *Hornblende* und *Magnetit* sowie deren Verwitterungsprodukten: *Chlorit*, *Epidot*, *Calcit*. — Der Feldspat besteht zum grössten Teil aus polysynthetisch verzwillingtem *Plagioklas*, der jedoch immer fast vollständig in feinschuppigen, farblosen Glimmer und einen schwach bräunlichen Staub umgewandelt worden ist. Seine nähere Bestimmung durchzuführen war mir nicht möglich. Die lappigen *Biotite* sowie die kurz säulenförmigen *Hornblenden* sind vollständig in *Chlorit* mit unternormalen Interferenzfarben oder zeisiggrünen *Epidot* unter Ausscheidung von *Magnetit* und *Titanit* umgewandelt worden.

Das Gestein scheint mit (262) etc. identisch zu sein. Anstehend auf dem Passe Goa-la (5,238 m u. d. M.), östlich des Lagers 416.

**1032. Verwitterter Quarzbiotitdiorit (Hornblendegranit).**

Mutmasslich mit (1031) identisch; etwas westlich von (1031).

**1033. Gelblich grauer, schwach quarzitischer Sandstein.**

Das Gestein, das mit (446) die allergrösste Übereinstimmung zeigt, besteht aus grosseren, abgerollten *Quarzkörnern* von 0.5—1 mm Durchmesser. Zwischen diesen grösseren liegen kleine, eckige *Quarzfragmente* und feinschuppige *Glimmeraggregate*, sowie grössere Blätter von farblosem Glimmer und kleine *Turmalinkriställchen*. Diese letzteren, ihrer Form nach authigen, sind sehr selten.

Die Quarzkörner zeigen zuweilen eine verzahnte Struktur, undulöse Auslöschung oder sonstige optische Deformationen, wonach das ursprüngliche, psammitische Sediment einer starken

Pressung unterworfen gewesen ist. Die gleichzeitige Neubildung von Glimmer und Turmalin deutet eine Piézokontaktmetamorphose dieses Sedimentes seitens der in der Nähe anstehenden Granite und anderer Eruptive an.

Anstehend am Lager 418 mit nordwestlichem bis nördlichem Fallen.

**1034. Rötlich grauer, quarzporphyritischer Dacit.**

Identisch mit (1036). Lose Blöcke »auf der Schwelle Merke-song«.

**1035. Weissgrauer, quarzitischer Sandstein.**

Lose Blöcke zusammen mit (1034).

**1036, 1037. Grauer bis rötlicher, quarzporphyritischer Dacit.**

Die Grundmasse, mit fluidaler Streifung, ist stark umgewandelt. Die porphyrischen Einsprenglinge bestehen aus *Quarz* und *Feldspat*. Die erstgenannten sind sehr zahlreich, dihexaëderförmig mit schmalen Prismen, oft magmatische Resorptionerscheinungen zeigend. Die Feldspateinsprenglinge sind stark verwittert; zuweilen sind jedoch noch Spuren der Zwillinglamellierung wahrzunehmen, deren optische Analyse immer unsicher bleiben muss; nach den Beobachtungen sollte ein saurerer *Andesin*,  $\text{Ab}^{65}\text{An}^{35}$  vorliegen. Einige Feldspateinsprenglinge ähneln dem *Orthoklas*. Von basischen Elementen ist nichts zu sehen; nur *Magnetit*-Körnchen oder -staub.

Anstehend in der Nähe »eines langen Mane-Hügels« am Buptsang-tsanpo, nordwestlich des Lagers 420, Kebjang.

**1038. Gelbliches, verwittertes Porphyrgestein.**

In einem kleinen Felsenkamm, südöstlich des Lagers 422.

**1039. Grauer Quarz.**

Südöstlich des Lagers 422.

**1040. Grauer, schlackiger Augitbiotitandesit.**

In einer holokristallinen, ophitstruierten Grundmasse liegen Einsprenglinge von *Augit*, *Biotit* und *Olivin*. Die Grundmasse besteht aus nach dem Karlsbadergesetz verzwillingten *Plagioklas*-leisten mit sehr kleiner, zur Zwillingsebene symmetrischer Auslöschungsschiefe; andere, etwas kräftigere Individuen löschen unter  $12^\circ$  zu derselben Ebene symmetrisch aus und bestehen folglich aus einem basischen Oligoklas,  $\text{Ab}^{70}\text{An}^{30}$ , während die Hauptmasse der Plagioklas aus saurem Oligoklas,  $\text{Ab}^{40}\text{An}^{60}$ , besteht. Die Plagioklasleisten liegen wirr durch einander ohne Parallelanordnung. Zwischen denselben sieht man Mikrolithe von farblosem *Augit*, braunem *Biotit* und opakem *Magnetit*. — Die *Augiteinsprenglinge* sind kurz säulenförmig, im Querschnitt achteckig, d. h. von Prisma und Pinakoid begrenzt; die Spaltrisse nach dem Prisma sind gut, die nach dem Pinakoid schlecht ausgebildet. Der Augit ist farblos, diopsidartig. — Die *Biotiteinsprenglinge* zeigen ihre Randpartien mit feinen Rutilnadelchen, die sich unter ung.  $60^\circ$  schneiden, erfüllt;  $\alpha$  = hellgelb bis fast farblos,  $\beta$  und  $\gamma$  = braun. — Andere, gewöhnlich kleine Einsprenglinge zeigen die starke Licht- und Doppelbrechung des *Olivins*, sowie die für dieses Mineral gewöhnliche Form. Ihr Rand ist oft durch Ausscheidung von Eisenhydroxyd braungelb. — Das Gestein ist ganz frisch und zeigt das schlackig poröse Aussehen eines Lavaergusses.

Anstehend am Kloster Lunkar-gumpa, südlich vom Tarok-tso.

**1041.** Grauer, verwitterter **Augitbiotitandesit**.

Dasselbe Gestein wie (1040), den Kloster-Berg des Lunkar-gumpa bildend.

**1042.** Dunkelgrauer **Quarzschiefer**.

Identisch mit (977). Am Fuss des Kloster-Berges, nordöstlich des Lagers 424.

**1043—1047.** Grauer bis rotblonder, **quarzitischer Sandstein** mit Einlagerungen von **Schiefer**

Der Sandstein besteht aus eckigen oder z. T. abgerollten Quarzkörnern von bis zu 0.6 mm Durchmesser. Die jetzigen Körner zeigen zuweilen noch die Grenzen der ursprünglichen, bestehen aber aus eckigen Fragmenten, d. h. die ursprünglichen Quarzsandkörner sind zerquetscht worden. Zwischen den Quarzkörnern stecken mit diesen gleichgrosse Plagioklasfragmente oder deren schuppige Verwitterungsreste. Der Schiefer (1045) ist ein harter, schwarzer Tonschiefer mit grauem Strich, identisch mit (1022), (1023).

Die Gesteinsserie ist fest anstehend beiderseits des Lunkar-la, sowie auf der genannten Passhöhe (5.570 m ü. d. M.). Das Fallen ist n.ö.

**1048.** Grauer **Glimmertrachyt** (oder **Glimmerorthophyr**).

In einer holokristallinen, mikrofelsitischen Grundmasse liegen Einsprenglinge von *Plagioklas*, *Orthoklas* und *Biotit* sowie vereinzelte *Apatit*- und *Titanit*-Kristalle. Der *Plagioklas* ist ganz frisch; er bildet dünne Tafeln nach *M* (010), zusammengesetzt aus Zwillingen nach dem Albitgesetz, mit zonarem Bau oder auch basische Recurrenz zeigend; nach den optischen Charakteren zu urteilen, sollte ein basischer Oligoklas,  $Ab^{63}An^{37}$ , vorliegen. Auch der *Orthoklas*, viel seltener als der *Plagioklas*, ist frisch. Der *Biotit* bildet hexagonale Tafeln und hat  $a$  = hellgelb bis farblos,  $b$  und  $c$  = braun; er ist gewöhnlich zersetzt.

Anstehend in der Nähe des Lagers 427, an der Südostseite des Sees Poru-tso.

**1049.** Grauer **Granitporphyr**.

Die Hauptmasse besteht aus einer mikrogranitischen Verwachsung von *Quarz*, *Orthoklas* und *Plagioklas*. Die Einsprenglinge setzen sich aus denselben Mineralspezies zusammen wie die Hauptmasse; zu diesen treten noch Kristalle von *Biotit*, *Zirkon* und *Epidot*.

Anstehend westlich des Lagerplatzes 428, südlich des Poru-tso.

**1050.** Grauer, **quarzporphyritischer Dacit**.

Identisch mit (1011). Tritt in der obersten Strandlinie des Poru-tso hervor, am Lager 428.

**1051, 1052.** Grauer bis graugrüner, **quarzporphyritischer Dacit**.

Dasselbe Gestein wie (1050). Am Wege zwischen den Lagern 429 und 430.

**1053.** Grauer **Hornblendebiotitgranit**.

Lose Blöcke s.ö. von und auf dem Passe Sur-la (5.832 m ü. d. M.).

**1054.** Porphyrischer **Granit**.

Am Fuss des Sur-la.

**1055.** Grauer, feinkörniger **Hornblendegranit**.

Südlich vom Lagerplatz 433: einen freistehenden Felsenhugel auf der rechten, östlichen, Seite des Weges bildend.

**1056. Schwarzer, dichter Basalt.**

Die schwach doppelbrechende Grundmasse mit winzigen *Plagioklas*- und *Augit*nädelchen sowie fein verteiltem *Magnetit*staub hegt idiomorph begrenzte Einsprenglinge von *Augit*, *Magnetit* und *Biotit* sowie vereinzelte *Plagioklas*e und *Orthoklas*e mit mikroperthitischen Einlagerungen von *Albit*.

Auf dem Passe Abuk-la: südlich des Lagers 434.

**1057—1061. Rötliche bis grünliche, quarzporphyritische Dacite.**

Lose Blöcke in der Gegend nördlich vom Schovo-tso.

**1062. Grauer Quarzbiotitdiorit** (»Hornblendebiotitgranit«).

Das Gestein gehört dem schon oben beschriebenen Typus basischer Quarzbiotitdiorite oder Hornblendegranite (262), (840), (996) etc. an.

Am Südufer des Nganglaring-tso, östlich des Lagers 437.

**1063, 1064. Gelbe bis grüne Verwitterungsmassen.**

Zusammen mit (1062).

**1065. Grauer Dioritporphyrit.**

Die Hauptmasse des Gesteins bildet einen mittelkornigen, aus kurzen *Plagioklas*leisten, *Magnetit*kristallen und sekundären Mineralien. *Chlorit*, *Kalkspat*, *Epidot*, zusammengesetzten dioritischen Grünstein. Aus dieser Hauptmasse treten einige *Plagioklas*einsprenglinge nicht gerade scharf hervor. Der *Plagioklas* ist ein *Andesin*,  $Ab^{75}An^{25}$ . Ein Rest des Mutterminerals der *chloritischen* Substanzen, die, unternormale Polarisationsfarben zeigend, die Lucken zwischen den *Plagioklas*en ausfüllen, konnte nirgends im Schlicke wahrgenommen werden; man könnte jedoch annehmen, dass dasselbe ein diopsidähnlicher *Augit* gewesen wäre.

Das Gestein mag als eine lokale Fazies des Quarzbiotitdiorites der Gegend südlich vom Nganglaring-tso gedeutet werden.

Anstehend am Lager 437.

**1066, 1067. Dunkler, dichter Dioritporphyrit.**

Dieses Gestein scheint eine dichte Grenzfazies des (1065) zu bilden. Wurde zusammen mit, etwas westwärts von diesem angetroffen.

**1068. Grauer, quarzhaltiger, kristallinischer Kalkstein.**

Das Gestein, bestehend aus *Kalkspat*- und Quarzindividuen ohne Spuren von Fossilien, konnte ebenso gut wie quarzhaltiger Kalkstein auch ein kalkspatreicher Quarzit genannt werden.

Anstehend in der Nähe des Lager 438.

**1069, 1070, 1071. Gelbliche, stark verwitterte Porphyrgesteine.**

(1069) am Lager 440, Selipuk-gumpa. (1070) in der letzten, südlichsten Passhöhe nördlich von Kjangjang. (1071) am Lager 442, Kjangjang.

**1072—1076. Grauer Quarzbiotitdioritporphyrit.**

Das Gestein besteht aus einer oft mikropegmatitischen Verwachsung von *Quarz* und trübem *Orthoklas* mit Einsprenglingen von *Plagioklas*, *Orthoklas*, *Biotit* und *Hornblende* sowie

von *Magnetit* und *Apatit*, *Quarz* und *Titanit*. Die Feldspateinsprenglinge zeigen im allgemeinen eine starke Zersetzung. Der Biotit bildet regelmässige Tafeln mit  $a$  = farblos,  $b$  und  $c$  = braun. Die Hornblendesäulen werden von Prisma und Pinakoid begrenzt; ihr  $a$  = hellgrünlichgelb bis fast farblos,  $b$  = olivengrün,  $c$  = reingrün.

Anstehend gleich nördlich vom Passe Ding-la (5,885 m u. d. M.). (1073–1076) kommen als Gerölle auf und um denselben Pass herum vor.

**1077. Grünlicher Chlorophyr.**

Stark verwittertes Porphyrit mit truben Plagioklaseinsprenglingen, anstehend, einen kleinen Felsenhügel bildend, ostwärts vom Wege zwischen dem Ding-la und dem Lager 446.

**1078. 1079. Grauer, Quarzbiotitdiorit** (»Hornblendegranit«).

Identisch mit (262) etc., in die porphyrtartige Varietät (1072) etc. übergehend. Anstehend nördlich vom Surnge-la.

**1080. Grauer Quarzbiotitdioritporphyrit.**

Kommt als lose Blöcke zusammen mit (1079) in der Gegend nördlich vom Surnge-la vor.

**1081. Grauliches, posteocänes Konglomerat.**

Das Gestein besteht aus eckigen oder schwach abgerollten Fragmenten der eocänen, granitischen und porphyrischen Gesteine des Transhimalaya sowie aus Mineraltrümmern solcher; muss demnach posteocänen Alters sein. Die Fragmente zeigen einen Durchmesser von 0.5 bis zu 1.5 mm.

Anstehend auf der Nordseite des Passes Jybo-la, nordöstlich des Lagers 450.

**1082. Grauer, dichte »Häleflinta«.**

Vielleicht umgewandeltes Porphyrgestein. Auf der Südseite des oben genannten Jybo-la.

**1083. 1084. Rötliche, bis grünliche, posteocäne Konglomerate.**

Die Gesteine ähneln in hohem Grade dem Konglomerat (1081).

Sie stammen aus dem Tal am Lager 450.

**1085. Grünlicher Serpentin.**

Faserige Serpentinmasse mit Picotiteinschlüssen, augenscheinlich durch Serpentinisierung eines Peridotites (S. 103) entstanden.

Nördlich von Toktschen, »bevor das Tal sich erweitert«.

**1086. Grünlich grauer Sandstein.**

Identisch mit den im Transhimalaya uberaus häufig vorkommenden posteocänen, sandigen Ablagerungen, die sich auf Kosten der spateocänen Eruptivformation bildeten, z. B. (990), (991) etc.

Zusammen mit (1085), nördlich von Toktjen.

**1087–1091. Gelber, feinkristallinischer Kalkstein.**

Das Gestein setzt sich aus winzigen Kalkspatindividuen zusammen mit unbedeutender Einmischung eckiger Quarzkörnchen. Spuren von Fossilien wurden nicht wahrgenommen. Einige Proben bestehen aus faserigem Kalkspat in einander bekleidenden, dünnen Schichten.

Die Proben stammen aus der Gegend zwischen dem Rakas-tal und Tirtapuri in Hundés.



**1092.** Grauer, teilweise umkristallisierter **Kalkstein**.

Der ursprüngliche Kalkstein scheint eine sehr feinkörnige Masse gebildet zu haben, mit Resten von fossilen Schaaalenfragmenten, die aber zum grössten Teil in ein grobkörniges Aggregat grosser Kalkspatkristalle umgewandelt worden ist. Die Fossilienfragmente sind gänzlich unbestimmbar.

Anstehend am Lager 460, Tirtapuri.

**1093, 1095, 1096.** Gelbgrauer **Kalksinter**.

Absetzungen aus den heissen Quellen der Gegend von Tirtapuri.

**1094, 1097.** Grauweisser, feinkörniger **Quarzit**.

Das Gestein besteht aus unregelmässig polyëdrischen oder zuweilen hexagonalen Quarzkörnern ohne Randverzahnung, direkt mit einander verwachsen. Zwischen den Quarzkörnern, zuweilen die peripherischen Partien derselben einnehmend, liegen Flitterchen eines farblosen Glimmers, zuweilen so angeordnet, dass sie eine schwach ausgeprägte Schieferung hervorrufen.

(1094) in der Nähe des Lagers 460, (1097) am Aufgang zum Passe ostlich vom Lager 462.

**1098.** Grauer, verwittert gelber, feinkörniger **Kalkstein**.

Das Fallen 23' gegen N. Anstehend zwischen den beiden Passen ostlich des Lagers 462.

**1099.** Gelber, rostgefleckter **Quarzit**.

Kleine Sericitschuppen deuten durch ihre planparallele Anordnung eine Schieferung der Gesteinsmasse an.

Etwas westlich von (1098).

**1100.** Rostige **Kalkkonkretion**.

Östlich vom Lager 463.

**1101.** Weisser, feinkörniger **Quarzit**.

Identisch mit dem unter (1094), (1097) beschriebenen Quarzit.

Zusammen mit (1100).

**1102.** Grauer, verwittert rötlicher, **Kalkstein**.

Petrographisch mit (634), (640) etc. gänzlich übereinstimmend. Kommt wechsellagernd mit (1101) vor.

**1103.** Gelblicher **Kalksinter**.

Identisch mit (1095), (1096). Oberhalb der Brücke über den Satledsch bei Kjung-lung.

**1104.** Weissgrauer **Quarzit**.

Das Gestein zeigt eine Ausscheidung von Sericit auf den Druckflächen und feine Fältelung derselben. Zusammen mit (1103).

**1105** Kristallinisch körniger **Kalkstein**.

Anstehend längs des engen Klammes des Satledsch-Flusses an der Brücke beim Lager 463. Der Kalkstein bildet hier einen Sattel mit nach S. 25° O. und N. 25° W. abfallenden Seiten; wonach diese Talstrecke den antiklinalen Talern zuzurechnen wäre.

**1106.** Schwarzer **Schiefer** ohne Fossilienreste.

Anstehend am Satledsch. etwas westwärts von (**1105**).

**1107, 1108, 1109.** Gelber, feinkristallinischer **Kalkstein** mit Zwischenlagen von Quarzschiefer.

Das Gestein ist ausserst feinstruiert, bestehend aus Kalcitpartikelchen oder -Staub, in gewissen Partien zu grösseren Kalcitindividuen umkristallisiert. Ab und zu erscheinen Streifen oder Nester von demselben Gestein, das unter (**1106**) erwähnt wurde. Der Schiefer zeigt eine feine Faltelung. Von einigen undeutlichen Resten von Echnioderskeletten abgesehen, waren Spuren von Fossilien nicht zu erkennen. Das Gestein ist mit (**638—640**), (**680**) etc. identisch. präecän wie diese.

Anstehend ostlich des Lagers 464, in der Nähe des Passes Schinglaptscha-la.

**1110.** Schwarzer, **phyllitischer Schiefer**.

Das Gestein ähnelt in hohem Grade Schiefen, die mit der erwähnten Kalksteinserie vom Manasarovar vergesellschaftet vorkommen.

Anstehend zusammen mit (**1107—1109**) mit nördlichem bis nordnordostlichem Fallen.

**1111, 1112.** Dunkelgrüner **Serpentin**.

Ein in Serpentin gänzlich umgewandelter Peridotit von dem hier oben (**692**) erwähnten Typus. Anstehend südöstlich von und bei dem Lager 465.

**1113.** Gelblicher **Bänderjaspis**.

Das Gestein bildet eine äusserst feinstruierte Masse aus Quarzkriställchen mit Calcitflitterchen gemischt. Kleine, runde Skelettkörperchen, von ungefähr 0.011 mm Durchmesser, könnten als kümmerliche Reste von Radiolarien gedeutet werden.

Die helleren Bänder bestehen aus etwas grösseren Quarzindividuen, von bis zu 0.03 mm Durchmesser.

Anstehend, stark gefaltet, bei Dongpu, südöstlich des Lagers 466.

**1114.** Weisser **Quarz**.

Einen Gang oder eine Druse bildend. Zusammen mit (**1113**).

**1115.** Roter **Jaspis**.

Identisch mit den hier oben beschriebenen Jaspis-Proben (**690**) etc. Die Radiolarien sind gänzlich unbestimmbar; nur die Gruppen *Sphacroidea* und *Prunoidea* scheinen hier vorzukommen.

Anstehend zusammen mit (**1113**).

**1116.** Braunroter **Jaspis**.

Gleich unterhalb des Klosters Dongpu.

**1117.** Grünlicher **Hornstein** oder **Jaspis**.

Das Gestein ahnelt sehr dem (**1113**), und ist wahrscheinlich mit diesem identisch. Am Lager 467.

**1118.** Graugrüner, verwittert gelbbrauner. **Sandstein**.

Das Gestein ist ein feldspathaltiger, grobkörniger Sandstein, in welchem der Satledsch bei Totling's Brücke eine enge Kluft mit senkrechten Wänden ausgeschnitten hat. Das Fallen 18

gegen O. 5° N. Im Nebental, am Wege nach dem Lager 472, ist das Fallen 24° gegen O. 30° N.  
— Das Gestein ähnelt den gewöhnlichen posteocänen Sandsteinen in Tibet und Transhimalaya.

**1119, 1120, 1121. Grauschwarzer, schieferiger Kalkstein.**

Petrographisch ähnelt das Gestein in hohem Grade den hier oben von der Westküste des Manasarovar beschriebenen (631–633) etc.; (1120) bildet eine Quarz-Kalkspat-Breccie von demselben Aussehen wie (635), (637) etc. Wenn die petrographische Übereinstimmung auch eine geologische bewiese, sollte auch die Serie zwischen Totling-gumpa und Tibu präecän sein. (1119) und (1120) wurden zwischen Totling und dem Lager 463 aufgefunden; für (1121) ist kein bestimmter Fundort angegeben worden.

**1122. Dunkelgrauer, verwittert gelblicher, dichter Kalkstein.**

Ein feinstruiertes Aggregat von Calcitflitterchen mit seltenen Quarzkörnchen, durchtränkt von einer rostfarbigen Substanz, Eisenhydroxyd. Das Gestein ist dem (1107) und (1133) sehr ähnlich.

Anstehend in Wechsellagerung mit (1123) gleich westlich des Lagers 476, hier starke Faltungen zeigend.

**1123. Dunkelgrauer, kalkhaltiger, phyllitischer Schiefer.**

Kommt in Wechsellagerung mit (1122) vor, dieselben Faltungen wie dieses Gestein zeigend.

**1124. Grauer, oolithischer Kalkstein.**

Das Gestein besteht zum grössten Teil aus runden oder ovalen Oolithen, deren langste Achse nie ½ mm erreicht. In der Masse sieht man auch einige *Textularia*-Skelette eingebettet, die jedoch nicht das Alter des betreffenden Kalksteins enträtseln können.

Anstehend 1.2 Kilom. westlich des Lagers 477, in einem niedrigen Kamm ostlich vom Passe Datā-la. Das Fallen 33° gegen N. 35° O.

**1125, 1126, 1127. Dunkelgrauer, kalkhaltiger, phyllitischer Schiefer.**

Scheint identisch mit (1123) zu sein; (1127) bildet einen Kalkspat-Gang im Schiefer.

Das Fallen ungefähr 30° gegen N.O. — Anstehend auf dem Dato-la und im absteigenden Westabhang desselben.

**1128. Braungelber, kalkhaltiger Sandstein oder sandhaltiger Kalkstein.**

Am Fuss des oben erwähnten Abhanges; das Fallen 25° gegen O. 30° N.

**1129. Dunkelgrauer, phyllitischer Kalkschiefer.**

Scheint identisch mit (1125) etc. zu sein.

In der westlichen Talseite des Ngari-tsanpo, 800 m westlich des Lagers 478, Koldokt-se

Das Tal ist deutlich isoklinal. Der Fluss folgt den Schichtköpfen, was mit dem hier herrschenden Fallen bewirkt, dass die Ostseite des Tales steiler ist als die Westseite.

**1130, 1131, 1132. Weisser bis grauer Kalkstein.**

Dieser Kalkstein ist zum Teil dicht, zum Teil schön oolithisch und mit (1124) sehr nahe übereinstimmend.

(1130) und (1131) sind anstehend in der Westseite des Sasser-Tales und zeigen nordöstliches Fallen. Auf dem Passe Päätje-la (4.927 m ü. d. M.) steht (1132) an mit südlichem Fallen. Der Pootsche-la bildet demnach einen antiklinalen Sattel.

**1133.** Dunkelgrauer **Schiefer** mit **Kalksteinbändern**.

Scheint (**1125**) sehr ähnlich zu sein. Anstehend halbwegs zwischen dem Pootsche-la und dem Lager 479. Bitjutse, mit nordöstlichem Fallen.

**1134.** Schwarzer, hartsplitteriger **Kalkstein**.

Anstehend westlich des Lagers 479. östlich vom Piang-la.

**1135—1154.** Quarzite, Glimmerschiefer, Gneisse und phyllitische Schiefer, durchsetzt von **Pegmatit-** und **Granitgängen**.

Diese metamorphische Serie würde, wenn man die Übergänge vom ursprünglichen Gestein bis zum umgewandelten verfolgen könnte, ohne Zweifel interessante Beiträge zur Geschichte der Gesteinsmetamorphose liefern. Ich muss jedoch, da das Material zu lückenhaft ist, auf eine Schilderung dieser Metamorphose verzichten, um so mehr da diese Serie der Grenze zwischen Indien und Tibet sehr nahe kommt oder sogar dieselbe überschreitet und folglich von Indien aus relativ leicht zu erreichen ist. Nur die Granite will ich näher erwähnen.

**1145 und 1154.** Weisser **Turmalin**granit.

Das Gestein besteht aus *Alkalifeldspat*, *Plagioklas*, *Quarz*, *Turmalin* und *Muscovit*.

Der *Alkalifeldspat* zeigt in den peripherischen Teilen der Individuen eine verschwommene Mikroklinstruktur; in den zentralen Partien ist er im allgemeinen einheitlich struiert. Der *Plagioklas* ist seinen optischen Charakteren nach zu urteilen, ein basischer Oligoklas  $Ab^2An^1$ . Der *Quarz* hegt liquide Interpositionen mit beweglicher Libelle. Der *Turmalin* ist als stengelartige Individuen von undeutlich hexagonalem Querschnitt ausgebildet; er zeigt oft zonaren Bau von abwechselnden blauen und braunen Zonen; c = blassblau bis fast farblos; a = dunkelblau. Der *Muscovit* ist farblos.

Ältest ist der Turmalin, der in den übrigen Mineralien eingeschlossen liegt, nächst jünger ist der Plagioklas, der oft eine Tendenz zur selbständigen Begrenzung zeigt, und der in der Form idiomorpher Kristalle im Mikroklin und Quarz liegen kann; jungst ist der Quarz. — Die Struktur ist granitisch mit Spuren einer Pressung: die Plagioklase gebogen oder gequetscht ebenso wie der Quarz, die peripherischen Teile des Alkalifeldspats mit undeutlicher Mikroklinstruktur.

Der Granit ist identisch mit dem oben beschriebenen weissen Granite aus dem Transhimalaya (**584**) etc. sowie mit dem hier oben (**480**). (**619**) etc. und früher<sup>1</sup>) aus dem Himalaya beschriebenen.

Die Gesteine, die hier unter der Gesamtnummer **1135—1154** behandelt worden sind, bilden den festen Gebirgsgrund zwischen Tangmet (79° ö. L.) und dem Schipki-la.

Die wenigen. 17, Proben, welche Dr. HEDIN von der indischen Seite des Schipki-Passes mitbrachte, lasse ich ganz unerörtert, da diese Gegend schon seitens der geologischen Untersuchung Indiens gestreift worden ist.

<sup>1</sup> Siehe z. H. HAYDEN, A Sketch of the Geography and Geology of the Himalaya Mountains and Tibet. Part IV. The Geology of the Himalaya, Calcutta 1908, S. 219.

## Anhang.

### Les calcaires à Orbitolines et à Radiolites du Thibet

par

M. H. DOUVILLÉ.

Dans son exploration au Thibet en 1906—1908, le Dr SVEN HEDIN a recueilli un certain nombre d'échantillons de calcaires à Orbitolines, caractéristiques du Crétacé inférieur. Ils proviennent de trois régions différentes: 1° des environs d'Aksaïtchin à l'Est du col de Karakorum (n° 40; 35° 15' lat., 79° 40' long. E. de Greenwich, environ); — 2° au Sud et au S.E. de Lhungnak (n° 190, 192, 201; 31° 45' lat., 86° long. environ); — 3° un peu au Sud de Dschia-tschan (n° 761; 31° 23' lat., 81° 34' long.).

Ces gisements représentent le prolongement de ceux que j'avais précédemment signalés au Sud de la mer Caspienne<sup>1</sup> et sur les bords du Pont Euxin, près d'Héraclée.<sup>2</sup> Les échantillons de cette dernière provenance sont particulièrement intéressants au point de vue de la comparaison avec ceux des autres localités de la même zone; j'en ai repris l'examen en mettant à profit l'étude récente que j'ai faite des Orbitolines.<sup>3</sup> L'Aptien est plus développé que je ne l'avais pensé primitivement et il devient possible de préciser de la manière suivante la succession des couches, à Héraclée:

1°. A la base des calcaires cristallins grisâtres à *Matheronia gryphoides*, représentant l'Aptien inférieur, sous son facies urgonien.

2°. Au dessus calcaires brun clair à *Polyconites*.

3°. Calcaires brun foncé avec *Nérinées*, *Toucasia texana*, *Matheronia Virginica*?, *Orbitolina conoidea* et *O. discoidea*, représentant l'Aptien supérieur.

4°. Calcaires brun très foncé, presque noirs, avec *Pseudotoucasia santanderensis*, passant à des calcaires marneux tout à fait noirs avec *Amm. cf. Mayori*. A ces derniers paraissent associés des calcaires plus gris, les uns avec *Amm. Agassizi* et *Amm. cf. varicosus*, les autres avec *Polyconites Verneuilli*. Cet ensemble des couches représente l'Albien.

Les échantillons du Sud de la Caspienne sont bien moins nombreux, mais ils peuvent facilement être rapprochés des précédents: l'un d'eux, celui de Vahneh est un calcaire brun clair analogue au n° 2 de la coupe ci-dessus, il renferme comme le n° 3, *Orbitolina conoidea* et *O. discoidea*, caractéristiques de l'Aptien supérieur; mais en outre il présente une section bien nette de Radiolité (loc. cit. Pl. XXVI. fig. 16) montrant que le genre *Eoradiolites* a apparu dès ce niveau. Un deuxième échantillon de Bendé Burida, brun très foncé, presque noir, renferme un Radiolité (Bull. Soc. Geol. Fr., 4<sup>e</sup> série, t. III) voisin à la fois de l'*Eoradio-*

<sup>1</sup> Mission Scientifique en Perse de J. DE MORGAN, t. III. Paléontologie par H. DOUVILLÉ, 1904. p. 206. — Les explorations de M. DE MORGAN en Perse, Bull. Soc. géol. de France. 4 Série, t. III. p. 539

<sup>2</sup> Sur la constitution géologique des environs d'Héraclée, Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 16 Mars 1896.

<sup>3</sup> Les Orbitolines et leurs enchaînements, Compte-rendu de l'Académie des Sciences. 23 Septembre 1912.

*lites Davidsoni* du Texas et de l'*Eor. plicatus*<sup>1</sup> du Liban, qui tous les deux appartiennent à l'Albien. La détermination de l'âge de ces couches se trouve du reste confirmée par la présence dans le même échantillon de l'*Orbitolina subconca*.

Nous pouvons maintenant passer à l'examen des échantillons provenant du Thibet.

N° 40. Echantillon de calcaire rougeâtre. — Deux plaques minces ont été figurées (Pl. IX, fig. 1 et 2); elles montrent

1° de très nombreux Miliolidés,

2° quelques sections d'une *Orbitolina* de petite taille, très fortement conique. Une des sections (a) suivant l'axe (fig. 1, en haut de la figure, à droite) montre une base de 0,7 millimètre de diamètre pour une hauteur à peu près égale; une deuxième, transversale, un peu oblique (a) (fig. 2, en bas, à gauche) a un diamètre de 1,3 millimètre. Ces caractères sont ceux de l'*Orbitolina conulus*, H. DOUVILLÉ, qui n'a été remontré jusqu'à présent que dans le Barrémien. La figure 1 montre en outre une section très nette d'une grande espèce de *Choffatella* qui paraît nouvelle; ce genre a été cité dans le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur.

N° 201. Calcaire gris jaunâtre taché de rouge. Une plaque mince a été reproduite dans les figures 3 de la Pl. IX, et 1, 2, 3 de la Pl. X. On voit que l'échantillon est pétri d'Orbitolines: on distingue des formes coniques (mégasphériques A) ayant de 2,5 à 3 millimètres de diamètre et une hauteur environ moitié moindre; la base est à peu près plane. Vers le bas de la figure 2, on distingue une section passant par la mégasphère; elle est reproduite à un plus fort grossissement (figure 3) et elle montre autour de la première loge une série de logettes de grandeur décroissante disposées en spirale. Ces formes coniques sont associées à des formes discoïdes minces, difficiles à distinguer de l'*Orbitolina discoïdea*. L'association de ces deux formes présente des caractères du couple de l'*O. bulgarica*, formes A et B, caractéristiques du Barrémien tout à fait supérieur. Une des sections montre une belle coupe d'une forme B, perpendiculaire à l'axe (Pl. IX, fig. 3).

N° 192. Calcaire gris présentant les mêmes fossiles que le précédent.

N° 761. Il est représenté par une seule préparation reproduite par la figure 1 de la Planche XI on distingue quelques formes coniques à section triangulaire: l'une d'elles est surbaissée et a environ 4 millimètres de base pour 1,3 millimètre de hauteur; la base est légèrement convexe; une seconde à 2,8 millimètres de diamètre et 1,4 millimètre environ de hauteur, la base étant un peu concave. Les échantillons discoïdes beaucoup plus nombreux sont aplatis ou en chevron; ils ont 5 à 6 millimètres de diamètre. Ces deux formes se rapprochent plutôt du couple de l'*O. bulgarica* que de celui de l'*O. conoïdea*; ils indiqueraient donc comme les précédents le Barrémien supérieur.

N° 190. Calcaire noir montrant des sections d'Orbitolines, les unes coniques, les autres discoïdes. L'échantillon est trop petit et les fossiles trop peu nombreux pour permettre une détermination précise; on peut reconnaître toutefois que les échantillons discoïdes sont plus épais que ceux des préparations précédentes, les formes coniques ont une base nettement convexe; ils se rapprochent par ces caractères de l'*O. subconca* de l'Albien. Ces calcaires rap-

<sup>1</sup> H. DOUVILLÉ. Études sur les Rudistes, Mem. Soc. géol. de France, Paléontologie, t. XVII, fasc. 1, p. 68, fig. 71 à 75

pellent tout à fait à la fois les calcaires très foncés de Bendè Burida à *O. subconca* et *Eor. Davidsoni* et les calcaires noirs d'Héraclée à *Amm. Agassizi* et *Polyconites Verneuilli*.

La constance de la faune et même des caractères pétrographiques est très remarquable dans toute cette zone de la Mésogée, prolongement elle-même des calcaires à Orbitolines des Balkans (*O. bulgarica*) et de Steierdorf (*O. lenticularis*). Un rapprochement de plus est fourni par le Rudiste suivant recueilli dans la région d'Aksaitchin :

N° 43—62. **Præradiolites Hedini**, n. sp. (Pl. XI, fig. 2 à 6).

Radiolité à test très épais, cylindroconique et montrant extérieurement des lames peu nombreuses dressées et imbriquées. Le test est orné de grosses côtes plus ou moins saillantes. Deux de celles-ci correspondent aux zones siphonales E et S; elles sont bien visibles sur la partie antérieure de la figure 4, et présentent quelquefois surtout dans le jeune âge un méplat assez prononcé (fig. 4 et fig. 5). La zone E est un peu plus large que la zone postérieure S. L'interbande correspond à un sillon anguleux plus ou moins profond. La section est arrondie (fig. 4 et fig. 5), mais quelquefois comme le montre la figure 2, la région dorsale s'élargit d'une manière notable.

A l'intérieur on distingue une arête ligamentaire nette, mais l'appareil cardinal n'est pas conservé.

Cette espèce présente certainement des analogies avec les *Eoradiolites* de la Perse et du Liban, mais elle en diffère sur certains points: les zones siphonales sont bien marquées par des côtes saillantes, mais celles-ci sont arrondies et n'ont guère conservé qu'un vestige de la troncature si marquée dans les *Eoradiolites*; enfin l'interbande qui est marquée dans ces dernières formes par une dépression arrondie est indiquée dans les échantillons du Thibet par un sillon anguleux. Par ces caractères ces derniers se rapprochent beaucoup du *Præradiolites Fleuriani* du Cénomanien du Mans,<sup>1</sup> et ils font certainement partie du même groupe; ils en diffèrent principalement par la taille et par l'épaisseur du test. En outre les côtes siphonales présentent encore des traces de troncature ce qui indique un passage aux *Eoradiolites* et un degré d'évolution un peu moins avancé. On est ainsi amené à attribuer cette forme au Cénomanien et probablement au Cénomanien inférieur.

Loc. Ces échantillons ont été recueillis dans la région d'Aksaitchin comme ceux qui portent le n° 40.

En résumé on voit que le Barrémien et le Cénomanien sont présentés dans la région d'Aksaitchin, le premier niveau par *Orbitolina conulus* (forme A) et par *Choffatella*, le second par *Præradiolites Hedini*, n. sp.

Les calcaires de la seconde région, au Sud et au S. E. de Lhungnak, doivent être attribués au Barrémien supérieur caractérisé par *Orbitolina bulgarica* (forme A) et *O. cf. discoidea* (forme B),<sup>2</sup> et à l'Albien avec *Orbitolina subconca*.

Enfin le troisième point, au Sud de Dschatschan a fourni également des calcaires du Barrémien supérieur avec *Orbitolina bulgarica* et *O. cf. discoidea*.

Ces découvertes viennent compléter les notions acquises précédemment sur la géologie de ces régions; ainsi dans la première région l'existence du Callovien a été signalé près du col de Karakorum et les gisements découverts dans la région orientale viennent compléter par l'adjonction du Crétacé inférieur aux coupes relevées dans l'expédition anglaise de Lhassa qui a reconnu l'existence du Cénomanien, de la Craie supérieure à Orbitoïdes et du terrain éocène.

<sup>1</sup> H. DOUVILLÉ, Classification des Radiolites (Bull. Soc. géol. de Fr., 4<sup>e</sup> Série, t. II), Pl. XV, fig. 2.

<sup>2</sup> M<sup>r</sup> le professeur KILIAN place maintenant ces couches à la base de l'Aptien; c'est en réalité une question d'accolade.

## II. Die Gesteinsvarietäten in petrographischer Reihenfolge.

Beim Versuche, die im Kap. I beschriebenen Gesteinsvarietäten in eines der üblichen petrographischen Systeme einzuordnen, traten mehrere Schwierigkeiten hervor, die besonders auf dem Mangel von Observationen oder Angaben über die Geologie der Gesteine beruhen. Ohne Kenntnis des geologischen Auftretens z. B. des Sphaerolithporphyrs (742) wird es immer schwer wenn nicht unmöglich sein, zu bestimmen, ob das erwähnte Gestein der Randfazies eines Granitmassives, den Quarzporphyren oder vielleicht den Lipariten zuzurechnen ist. — Soweit meine Erfahrungen reichen, treten im Transhimalaya und in Südwesttibet keine Eruptivgesteine auf, die als alter denn spätmesozoisch oder sogar späteocän angesehen werden können. Wenn hier trotzdem frische und stark verwitterte Ergussgesteine durcheinander vorkommen, wie man es oft wahrnehmen kann, sollten nach dem üblichen Sprachgebrauche z. B. die frischen mit dem Namen eines Dacites, die verwitterten mit demjenigen eines Quarzporphyrites bezeichnet werden, obwohl die gewählten Varietäten genetisch zusammengehören. Bei der systematischen Aufstellung der HEDIN'schen Gesteine aus dem Transhimalaya und Südwesttibet konnte ich somit nur einer vereinfachten, ausschliesslich auf petrographischer Basis aufgebauten, petrographischen Systematik folgen.

### Eruptivgesteine.

#### I. Orthoklasgesteine.

- a. Granite.
  - 1. Muscovit-turmalinführende Granite.
  - 2. Zweiglimmergranite.
  - 3. Granitite.
  - 4. Biotit-Hornblendegranite. Quarzbiotitdiorite.
- b. Granitporphyre.
- c. Aplitische und pegmatitische Gesteine.
- d. Liparite mit quarzporphyrischem Habitus.

#### II. Natronkalkfeldspatgesteine.

- A. Quarzführende.
  - a. Quarzdiorite.
  - b. Quarzdioritporphyrite.
  - c. Dacite.
    - 1. Biotitdacit.
    - 2. Hypersthendacit.



- B. Quarzarme bis quarzfreie.
  - a. Hypersthenaugitdiorite.
  - b. Augitdioritporphyrite.
  - c. Andesite.
    - 1. Biotitandesit.
    - 2. Augitandesit.
    - 3. Augitbiotitandesit.
- III. **Kalknatronfeldspatgesteine.**
  - a. Gabbros.
  - b. Diabase.
  - c. Basalte.
- IV. **Feldspatfreie Gesteine.**
  - A. Peridotite.
  - B. Pyroxenite.

### Sedimentgesteine.

- I. **Mechanische Sedimente.**
  - A. Konglomerate.
  - B. Sandsteine (Quarzite).
  - C. Tongesteine.
- II. **Biogene Sedimente.**
  - A. Kieselgesteine.
  - B. Karbonatgesteine.
- III. **Chemische Sedimente.**

### Kristallinische Schiefer.

- 1. Gneissgranite.
- 2. Hornblendegneisse.
- 3. Pyroxenamphibolite.
- 4. Albitamphibolit und  
Chloritglaucophanalbitschiefer
- 5. Leptite.
- 6. Quarzite.
- 7. Phyllitische Schiefer.

### Vulkanische Tuffe.

## Eruptivgesteine.

### I. Orthoklasgesteine.

#### a. Granite.

##### 1. Muscovit-turmalinführende Granite.

Hierhergehörige Gesteine sind weiss oder höchstens graulich weiss mit stark zurücktretenden basischen Elementen und setzen sich aus *Orthoklas* (*Mikroclin*), *Plagioklas* und *Quarz* mit unbedeutender Einmischung von *Muscovit* und *Turmalin* oder *Biotit* und *Magnetit* zusammen. Der *Orthoklas*, reiner Kalifeldspat, zeigt oft in seinen peripherischen Partien die bekannte Gitterstruktur des *Mikroklins*; der *Plagioklas*, mit polysynthetischer Zwillingslamellierung nach dem Albit-Gesetz, ist ein sehr saurer *Oligoklas* oder fast reiner *Albit* und zeigt eine grössere Neigung zur selbständigen Begrenzung als der *Orthoklas*, auch wenn man ab und zu regelmässig begrenzte *Orthoklastafeln* im *Plagioklas* eingebettet sieht. Der *Quarz*, gewöhnlich ganz klar, zuweilen jedoch mit mikroskopischen Interpositionen, unter denen auch solche mit beweglicher Libelle wahrzunehmen sind, bildet im allgemeinen die letzten Magmareste, obwohl er auch als kleine, selbständig begrenzte, vom *Plagioklas* umschlossene Individuen auftreten kann. Der *Muscovit* ist farblos mit grossem Achsenwinkel. Der *Turmalin* als kleine säulenförmige Individuen hat  $c = \text{farblos}$ ,  $a = \text{tiefblau bis grünlich blau}$ .

Die Struktur ist niemals ganz primär, sondern zeigt immer mehr oder weniger deutliche Spuren einer Dynamometamorphose, in gewissen Varietäten eine porphyroblastische Struktur mit Relikten grösserer Feldspate, die von Mörtelkränzen umgeben sind, in anderen eine Pflasterstruktur. Die Metamorphose, die immer in einer deutlichen Kataklaste resultierte, während die Neubildungen durch Umkristallisation unbedeutend sind, geschah demnach in einer der oberen Zonen.

Makroskopisch äussert sich die Pressung des Gesteins als eine schwach ausgeprägte Parallelstreifung, die indessen, da die dunklen Elemente in Menge stark zurücktreten, nicht so deutlich hervortreten kann als in den Graniten mit grösserem Gehalt an *Biotit*, *Hornblende* etc. Auch die schon makroskopisch sichtbare körnige Struktur des Quarzes ist als eine Folgeerscheinung der Pressung und Faltung anzusehen.

Zu dieser Varietät sind zu rechnen: (16), (17), (380), (385), (480), (481), (543), (557), (576), (578), (580), (584), (617), (618), (622), (624), (689), (962), (1145), (1154).

##### 2. Zweiglimmergranite.

Weissgraue oder, wenn verwittert, rötlich graue Granite, die sich aus *Orthoklas* (*Mikroclin*), *Plagioklas*, *Quarz*, *Biotit*, *Muscovit* und Kleinmineralien zusammensetzen. — Der orthoklastische Feldspat ist ein mehr oder weniger deutlich mikroklinstrukturierter, reiner *Kalifeldspat*. Der *Plagioklas* zeigt grössere Selbständigkeit der Begrenzung als der *Orthoklas*, oft tafelförmig nach *M* (010). Er setzt sich aus Zwillingen nach dem Albit- und Karlsbadergesetz zusammen und zeigt oft zonaren Bau, die Randpartien etwas saurer als die zentralen, oder abwechselnd saure und basische Zonen,  $\text{Ab}^3\text{An}^1$  bis  $\text{Ab}^3\text{An}^2$  oder sogar  $\text{Ab}^2\text{An}^4$ . Der *Quarz* zeigt oft eine

Tendenz zur selbständigen Begrenzung, oder er bildet eine Ausfüllungsmasse, die letzten Magmareste, zwischen den übrigen Bestandteilen. Wurmformige Quarzstengel verwachsen oft mit einheitlichem Feldspat zu unregelmässig geformten myrmekitischen Partien, die in die Randpartien einiger Plagioklase eingesenkt sind oder zwischen den übrigen Gesteinselementen liegen. Der *Biotit* zeigt  $a$  = hellgelb,  $b$  und  $c$  = braun. Die Achsenapertur des *Biotites* ist klein, diejenige des *Muscovites* gross.

Die Struktur zeigt deutliche Spuren einer Kataklyse ohne bedeutende Umkristallisation oder sonstige chemische Umwandlungen: der Quarz mit undulöser Auslöschung oder zu optisch verschieden orientierten Stücken zerbrochen, der Kalifeldspat mit verschwommener Mikroklinstruktur, an Relikten von beiden Mörtelkränze. Die im allgemeinen schlecht ausgeprägte schieferige Textur kann folglich als Kataklysschieferung bezeichnet werden. Die Dynamometamorphose fand, allem nach zu urteilen, in der oberen Zone statt.

Makroskopisch kann das Gestein als ein schwach parallelstrukturierter Gneissgranit bezeichnet werden, der durch Zurücktreten des *Muscovites* in die zunächst hier unten erwähnte Granitvarietät, den *Biotitgranit*, übergeht, ebenso wie er andererseits selber als aus dem hier oben beschriebenen muscovit-turmalinführenden Granit durch Einmischung von *Biotit* und Zurücktreten des *Turmalins* hervorgehend angesehen werden kann.

Zu dieser Gesteinsvarietät rechne ich: (453), (454), (579), (581), (587), (607), (609–616), (619).

Auch (168) und (169) können als Zweiglimmergranite charakterisiert werden. Sie bestehen aus denselben Elementen wie die eben beschriebenen, jedoch mit mikroperthitischem *Orthoklas*, der oft Mikroklinstruktur zeigt, mit Quarz ohne selbständige Begrenzung und mit einem anderen allgemeinen Habitus als diese.

### 3. Granitite.

Graue bis rötliche, porphyrtartige Granite, die sich aus *Orthoklas*, *Plagioklas*, *Quarz* und *Biotit* nebst etwas *Muscovit*, *Apatit*, *Titanit*, *Epidot*, *Zirkon* und *Eisenerzkörnern* zusammensetzen. In einigen hieher zu rechnenden Gesteinsproben treten auch vereinzelte *Hornblende*-individuen auf. Der *Orthoklas*, dessen peripherische Partien zuweilen eine verschwommene Gitterstruktur zeigen, scheint, in mehreren untersuchten Fallen, ein schwach natronhaltiger *Orthoklas* zu sein. Der *Plagioklas* zeigt eine selbständigere Begrenzung als der *Orthoklas* und polysynthetische Zwillingslamellierung nach dem Albitgesetz, gewöhnlich ein basischer *Oligoklas*,  $Ab^{70}An^{30}$ . Der *Quarz* bildet zum Teil den letzten Magmarest, zum Teil selbständig begrenzte Individuen in mikropegmatitischer Verwachsung mit den Feldspaten. Oft sieht man den Quarz in der Form gewundener Stengel — *Quarz vermiculé* (MICHEL LEVY) — in den peripherischen, ungestreiften Teilen des *Plagioklases* oder als rundliche Partien in den Mikroklin eingesenkt, *Myrmekit* (SEDERHOLM). Der *Biotit* zeigt eine kaum merkbare Achsenapertur; sein  $a$  = gelblich,  $b$  und  $c$  = braun.

Die primäre Struktur war eine porphyrische Granitstruktur mit grossen Feldspatäugen. Die jetzige Struktur ist eine zum Teil sekundäre mit deutlichen Spuren einer Kataklyse, die durch Gebirgsfaltung verursacht wurde: der Quarz zeigt undulöse Auslöschung oder sogar Druckzwillinge, der *Orthoklas* ist oft, wenigstens randlich, mikroklinstruiert, zwischen Relikten von Quarz und Feldspat liegen Quetschmassen, Mörtelkränze, die aus unregelmässig polyedrischen Quarz- und Feldspatkörnchen bestehen. In einigen hiehergehorigen Varietäten sind die kataklastischen Erscheinungen selten, und da man hier ebenso die für die obere Umwandlungszone charakteristischen Mineralkombinationen vermisst, dürften diese Varietäten in der mitt-

leren Umwandlungszone ihre Metamorphose durchgemacht haben, während die Metamorphose der anderen in der oberen Zone erfolgte.

Makroskopisch tritt die Quetschung als eine Parallelstreifung des Gesteins hervor; der Granit kann sehr oft als ein Gneissgranit bezeichnet werden, dessen Streifung durch die planparallele Anordnung seiner Glimmerblättchen hervorgerufen worden ist.

Es wurde schon oben erwähnt, dass in einigen Varietäten vereinzelte Muscovitblättchen auftreten; wenn solche reichlicher vorhanden sind, muss der Granit den Zweiglimmergraniten zugerechnet werden. Es existiert keine bestimmte Grenze zwischen diesen beiden Graniten, ebensowenig wie zwischen dem Biotit- und dem Biotithornblendegranit.

Zu dieser Granitvarietät gehören: (3), (4), (12—15), (266), (268—270), 275), (282), (283), (486), (531), (539), (545), (547), (548), (552), (553), (744), (835), (921), (941), (958), (1017).

#### 4. Biotit-Hornblendegranite oder Quarzbiotitdiorite.

Graue, porphyrtartige Granitgesteine, die sich aus *Plagioklas*, *Orthoklas*, *Quarz*, *Biotit* und *Hornblende* sowie aus *Eisenerzkörnern*, *Titanit*, *Apatit*, *Zirkon* etc. zusammensetzen. Der *Plagioklas*, im allgemeinen in etwas grösserer Menge vorhanden als der *Orthoklas*, bildet tafelförmige Individuen mit selbständiger Begrenzung, zusammengesetzt aus Zwillingen nach dem Albit-, Karlsbader- und Periklingesetz; er zeigt oft zonaren Bau, die Randpartien saurer als die zentralen; sehr oft scheint ein saurer *Andesin*, ungefähr  $Ab^7An^3$ , vorzuliegen. Der *Orthoklas* ist kein reiner Kalifeldspat, sondern ein Kali-Natronorthoklas; er ist teils einheitlich, teils schackbrettstruiert mit mikroperthitischen, in gewöhnlicher Weise orientierten Einlagerungen von Plagioklas. Der *Quarz* bildet teils den zuletzt ausgeschiedenen Magmarest, teils ziemlich regelmässige Dihexaëder. Der *Biotit*, oft mit der Hornblende verwachsen, zeigt  $a = \text{gelb}$ ,  $b$  und  $c = \text{braun}$ ; oder er zeigt sich braun in allen Lagen mit der Absorption  $a < b = c$ . Die *Hornblende* bildet kurz säulenförmige oder lappige Individuen mit guten Spalttrissen nach dem Prisma und mit  $a = \text{gelbgrün bis gelbbraun}$ ,  $b = \text{grün bis braun}$ ,  $c = \text{olivengrün bis dunkelbraun}$ . Gewöhnlich zeigt die Hornblende eine starke Umwandlung in *chloritische* Substanzen unter Ausscheidung von *Eisenerzkörnern* oder *Limonit* und *Calcit*.

Die relative Hornblendemenge wechselt in den verschiedenen Gesteinsvarietäten, und steht in umgekehrtem Verhältnis zur Biotitmenge. Ebenso steht, wie zu erwarten, die Menge von Hornblende in einer solchen Beziehung zum Mengenverhältnis von Plagioklas und Orthoklas, dass in den hornblendereichen Varietäten die Plagioklasmenge grösser ist als die Orthoklasmenge, während in den biotitreichen die Orthoklasmenge überwiegt. Es gibt folglich innerhalb der hier beschriebenen Gesteinsvarietät eine saure, biotit-orthoklasreiche und eine basische, hornblende-plagioklasreiche Reihe. Erstere konnte Biotit-Hornblendegranit, letztere Quarzbiotitdiorit genannt werden.

Die Struktur ist diejenige eines porphyrtartigen Granites, obwohl die Tendenz zur selbständigen Ausbildung der Feldspat- und Quarz-Individuen dieses Gestein in die Nähe eines Pegmatites stellt. Diese Primärstruktur ist jedoch niemals in ihrer ursprünglichen Ausbildung vorhanden, wenn auch die Zeichen der Pressung nicht allzu kraftig sind: undulöse Auslöschung des Quarzes, Biegung oft bis zum Aufreissen der Plagioklase, Gitterstruktur des Kalifeldspats etc. Dazu treten auch chemische Umsetzungen: Neubildungen von Quarz, myrmekitische Verwachsung von Quarz mit umgebildetem Plagioklas, sekundäre Muscovitausscheidungen etc. In seltenen Fällen ist indessen die Metamorphose viel weiter getrieben worden; es kommt sogar vor, dass die Struktur eine rein granoblastische wird mit ungefähr gleichgrossen, polyëdrischen

Kristallkörnern. Eine Zwischenstufe bildet die Mörtelstruktur mit grösseren Feldspatrelikten, die in einigen Gesteinsvarietäten wahrzunehmen ist.

In einigen Fällen ist eine Kristallisationsschieferung stark ausgeprägt, und die Granite gehen in parallelstreifige bis flasrige Gneissgranite über.

Zu dieser Varietät gehören: (262), (288—297), (299), (301), (303), (305), (307), (314), (316), (361), (381), (382), (550), (582), (583), (585), (586), (709—712), (816), (837—843), (853), (855), (856), (858), (859), (923), (940), (959), (995), (996), (1014), (1031), (1032), (1053—1055), (1062), (1072—1076), (1078—1080).

### b. Granitporphyre.

Graue bis gelblich rote, holokristallin-porphyrische Gesteine mit makroskopisch dichter Grundmasse, in welcher Einsprenglinge von *Orthoklas* oder *Plagioklas* und *Quarz* sowie von *chloritischen* Partien mit *Eisenerzkörnern* eingebettet liegen. Die *Grundmasse* bildet ein feinkörnig holokristallinisches Aggregat hauptsächlich von Quarz und Orthoklas; die Quarzindividuen zeigen oft eine scharfwinkelige Begrenzung und, zwischen gekreuzten Nicols, eine gleichzeitige Auslöschung innerhalb grosser Partien der Grundmasse, also eine Art Mikrogranitstruktur, zielend nach und übergehend in Granophyrstruktur.

Die *Quarzeinsprenglinge* zeigen die Form des Dihexaëders mit kurzem Prisma. Oft sind sie abgeschmolzen und zeigen tiefe Einstülpungen der Grundmasse infolge von magmatischer Resorption. Die mikroskopischen Einschlüsse sind zum Teil liquide, zum Teil glasige. Anstatt eigentlicher Einsprenglinge treten oft Aggregate feiner Quarzkörner auf. Die Einsprenglinge von *Orthoklas* sind oft durch Verwitterung bräunlich gefärbt; sehr selten sind sie glasklar. Die *Plagioklase* sind gewöhnlich stark umgewandelt, so dass die optische Analyse derselben sehr unsichere Resultate liefert; gegen die Orthoklase treten die Plagioklase immer an Menge stark zurück. Die *chloritischen* Partien mit opaken *Erzkörnern* sind zuweilen deutlich auf Kosten eines Biotites entstanden.

Zuweilen werden die Quarzeinsprenglinge so selten, dass das Gestein sich den Syenitporphyren zu nähern scheint.

Eine Probe (742), die zusammen mit holokristallinischem Granophyr vorkommt, zeigt eine glasige, jetzt sphärolitische Grundmasse und dürfte eine glasige Grenzfacies eines Granitporphyrs darstellen.

Auch diese Gesteine zeigen oft Spuren einer mechanischen Beeinflussung durch Pressung, die sich besonders deutlich in der Zerquetschung (Zertrümmerung) der Quarzeinsprenglinge kundgibt.

Zu den mikrogranitischen oder granophyrischen Granitporphyren gehören: (318), (743), (803—805), (808), (823), (832), (833), (844), (845), (1049).

### c. Aplitische und pegmatitische Gesteine.

#### 1. Granitaplite.

Weisse bis weissgraue, feinkörnige Gesteine, die sich aus *Mikroclin*, *Plagioklas* und *Quarz* sowie, in stark zurücktretender Menge, *Muscovit* zusammensetzen. Der *Mikroclin* zeigt die charakteristische Gitterstruktur. Der *Plagioklas*, ein saurer *Oligoklas*,  $\text{Ab}^3\text{An}^1$ , bildet dicke Tafeln nach *M* (010) und ist häufig in feinschuppigen, farblosen Glimmer umgewandelt. Die seltenen *Muscovit*individuen sind lappig.

Ein bestimmter Altersunterschied der Bestandteile ist nicht wahrzunehmen. Die Konsolidierung aus dem Magma begann mit dem Oligoklas, aber die Ausscheidung desselben fuhr offenbar teilweise auch während derjenigen des Quarzes und Mikroklines fort. Diese beiden letzteren schieden sich ungefähr gleichzeitig aus; wenn eines von diesen Mineralien frühzeitiger als das andere auskristallisierte, so war es der Quarz und nicht der Mikroklin. Eine einheitliche Orientierung der Quarzindividuen innerhalb einer grösseren Gesteinspartie konnte nicht nachgewiesen werden.

Die Proben stammen aus Gegenden, wo echte Granitpegmatite vorkommen, und gehören ohne Zweifel genetisch mit diesen zusammen.

Ich rechne hierher: (278), (279), (327).

## 2. Turmalingranite.

Schwarze, feinkörnige Gesteine, die hauptsächlich aus *Quarz*, *Turmalin* und *Eisenglimmer* bestehen, und die zusammen mit schriftgranitischen Ganggesteinen vorkommen. Obwohl es ohne Kenntnis seines geologischen Auftretens sehr schwer ist, etwas Bestimmtes über die wahre Natur dieses Gesteins zu sagen, glaube ich doch annehmen zu dürfen, dass dasselbe als eine Randfazies des Granites, als eine quarzreiche Abzweigung eines der in der betreffenden Gegend gewöhnlichen Pegmatitgänge zu deuten ist.

Hierher gehören: (271), (273).

## 3. Pegmatitische Ganggranite.

Graue, gelbliche bis rötliche, pegmatit- oder schriftgranitstruierte Quarzfeldspatmassen, die sich aus *Orthoklas* (*Mikroklin*), *Plagioklas* (stark zurücktretend) und *Quarz* mit seltenen Eismischungen von *Hornblende* und *Glimmer* zusammensetzen, und die, an Granite des Himalaya gebunden, zu den normalen Graniten der fraglichen Gegenden gehören.

Zu dieser Varietät sind zu rechnen: (267), (272), (298), (300), (308), (323—326), (328), (352), (520), (747), (749), (831), (960), (961).

## d. Liparite mit quarzporphyrischem Habitus.

Graue bis rötlich graue, porphyrtartige Gesteine, die in einer makroskopisch dichten Grundmasse Einsprenglinge von *Quarz*, *Orthoklas* und (vereinzelt) *Plagioklas*, sowie *Chlorit*partien und *Magnetit* hegen.

Die Grundmasse ist mikrofelsitisch und besteht aus *Quarz* und *Feldspat*, oder auch scheint sie aus winzigen anisotropen Elementen, in einem isotropen Glasteig eingebettet, zusammengesetzt zu sein und zeigt dann eine deutliche Mikrofluktuationsstruktur, die sich um die Einsprenglinge herumschmiegt. Die *Quarzeinsprenglinge* bilden Dihexaëder mit oder ohne Prisma; magmatische Resorptionsbuchten von der Oberfläche in die innere Partie des Quarzes hinein sind sehr gewöhnlich. Die *Feldspateinsprenglinge* bestehen am häufigsten aus einheitlich gebautem *Orthoklas*, der oft durch Verwitterung getruibt worden ist. Vereinzelte Einsprenglinge setzen sich aus Zwillingslamellen von *Plagioklas* zusammen. Die starke sekundäre Trübung der Feldspate infolge Verwitterung macht es nicht immer möglich zu bestimmen, ob ein *Plagioklas* oder ein *Orthoklas* vorliegt, oder ob überhaupt der *Plagioklas* oder der *Orthoklas* reichlicher vorhanden ist. Dies gilt besonders von den Gesteinsproben (366) und (367), deren Zu-

gehörigkeit zu der Quarzporphyrischen oder zu der Quarzporphyritischen Reihe folglich unsicher wird.

Mit der Benennung Quarzporphyrischer Liparit will ich sowohl das postcretaceische Alter wie die starke Verwitterung dieser Gesteine angeben haben.

Zu dieser Varietät rechne ich: (341), (342), (346), (350), (355), (358), (359), (366?), (368?), (750–756), (997), (1019), (1020).

Aus der Karte, Fig. 3, geht hervor, dass diese Ergussgesteine nur auf den höchsten Teilen des Transhimalaya (Largäp, Terinam, Laptschung-Schuru und Surnge) vorkommen, und dass sie z. B. in der Talniederung südlich vom Transhimalaya ganz vermisst werden.

Die chemische Zusammensetzung der hier oben beschriebenen granitischen Gesteine geht aus den Analysen der Stufen (3), (168), (262) und (584) hervor. Wenn aus der durch diese Analysen gefundenen prozentischen Zusammensetzung der Gesteine ihre molekularprozentische, nach OSANN, berechnet wird, erhalten wir die in der folgenden Tabelle angegebenen Werte:

	s	A	C	F	a	c	f	n	
(584) . . . . .	80.95	5.61	0.80	3.71	11	1.5	7.5	6.62;	$a > f > c$
(3) . . . . .	77.54	4.02	3.29	3.65	7.5	6.0	6.5	6.34;	$a > f > c$
(168) . . . . .	78.80	4.40	3.10	6.00	6.5	4.5	9.0	2.96;	$f > a > c$
(262) . . . . .	72.26	4.09	5.42	6.88	5	6.5	8.5	7.55;	$f > c > a$

(3) stellt ein intermediäres Magma dar mit fast gleichgrossen Werten für a, c und f, doch mit Übergewicht für a, d. h. für die Alkalifeldspatgruppe, die hier aus natronhaltigem Orthoklas + dem Albitgehalt eines basischen Oligoklases besteht. Das molekulare Mengenverhältnis  $\text{Na}_2\text{O}:\text{K}_2\text{O}$ , bezeichnet als  $n = 6.34$ , gibt an, dass der gesamte Gehalt des Gesteins an Natronfeldspat grösser als derjenige an Kalifeldspat ist, und dass die erwähnten Feldspate sich zu einander verhalten wie 6.34 : 3.66. Das Gestein zeigt die chemische Zusammensetzung eines fast typischen, mittelsauren Alkalikalkgranites, z. B. des Granitites von Landsberg.

(584) fällt zwar in dasselbe Teildreieck des Projektionsfeldes wie (3), hat aber a viel grösser als f, während c so unbedeutend ist, dass der Projektionspunkt des Gesteins beinahe mit demjenigen eines Sodalithsyenites etc. zusammenfällt. Um eine allseitige Bestimmung eines Gesteins zu bewerkstelligen, muss indessen auch die Grösse von s und n berücksichtigt werden:  $s = 80.95$ ,  $n = 6.62$ . Ein Alkaligranit, bei welchem s, d. h. die gesamte molekulare Menge von  $\text{SiO}_2 + \text{TiO}_2$  ebenso gross wie bei (584) ist, hat die Atomgruppe  $\text{CaAl}_2\text{O}_4$  oder  $c = 0$ , während ein Alkalikalkgranit mit  $s = 81$   $c =$  ungefähr 2 hat. Was den ungewöhnlich kleinen Wert für c betrifft, so erklärt sich derselbe daraus, dass der Plagioklas, wie die optische Analyse zeigt, fast reiner Albit ist mit unbedeutender Einmischung von Anorthit. Den chemischen ebenso wie den optischen Charakteren nach stellt (584) ein saures an Kalifeldspat reiches Glied des mittelsauren, an basischem Oligoklas reicheren Gneissgranitites (3) dar.

Bei (168) ist  $f > a > c$ , d. h. die farbigen Gesteinselemente überwiegen an Menge die Kali- und Natronfeldspate und diese den Anorthitgehalt des Gesteins; dagegen ist  $a + c$  grösser als f, d. h. die gesamte Feldspatmenge ist grösser als der Gehalt an farbigen Elementen. Im Projektionsdreieck (Fig. 2) fällt der Projektionspunkt des Gesteins beinahe vollständig mit demjenigen des Rapakivis von Dagö zusammen, jedoch mit dem Unterschied, dass n bei (168) sehr klein ist, nur 2.96, während n bei dem erwähnten Rapakivi 5.7 beträgt, d. h. die molekulare Menge von  $\text{Na}_2\text{O}$  sich zu derjenigen von  $\text{K}_2\text{O}$  verhält wie 5.7 : 4.3.

(262) zeigt  $f > c > a$  mit  $c$  grosser, dagegen  $a$  kleiner als bei den hier oben beschriebenen Graniten, was damit zusammenhängt, dass der Plagioklas des (262) als saurer Andesin, d. h. als ein Plagioklas mit grösserem Anorthitgehalt wie bei diesen, aufgebaut worden ist. Der Projektionspunkt des Gesteins fällt in das Teildreieck des Projektionsfeldes, das für Kalknatronfeldspatgesteine reserviert ist, und zwar fällt er hier fast vollständig mit dem Projektionspunkt des Banatites von Dognacska und des Tonalites vom Avio-See zusammen. Der Wert für  $n$  ist bei (262) = 7.55, bei dem erwähnten Banatite 8.5 und bei dem Tonalite 8.6. Eine vollständige chemische Übereinstimmung herrscht auch zwischen (262) und dem Quarzglimmerporphyrat von Rasta bei Recoaro. (262) ist folglich als ein auf tieferem Niveau erstarrter Teil eines quarzporphyritischen oder dacitischen Ergussgesteins zu betrachten und dürfte den quarzdioritischen Gesteinen zuzurechnen sein.

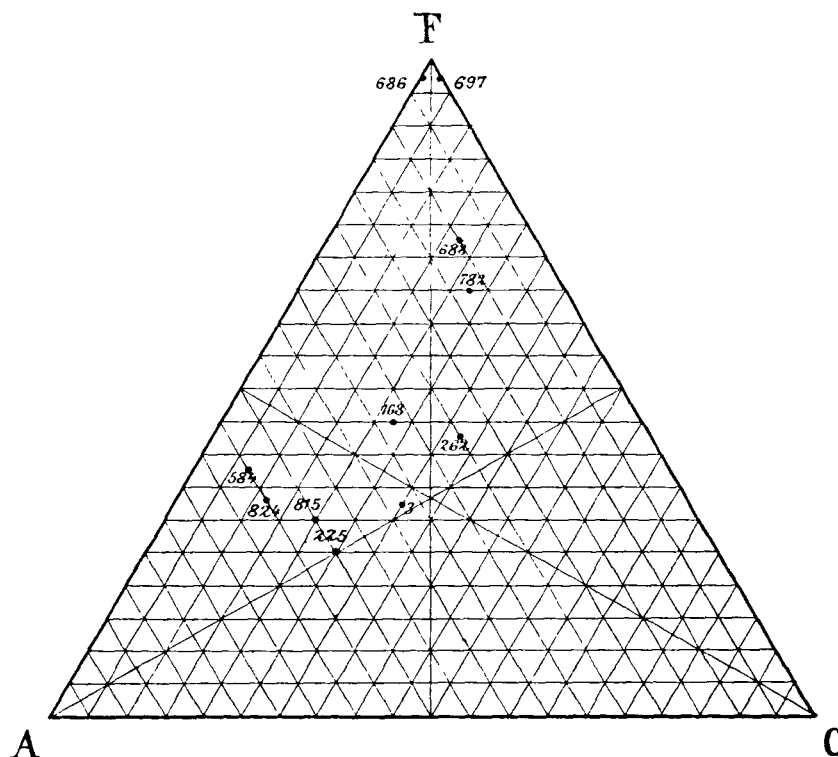


Fig. 2 Eruptivgesteine aus dem Transhimalaya und Tibet.

- (3) Grauer Gneissgranit, östlich von Tankse.
- (168) Rötlich grauer Zweiglimmergranit, Engpass Tschaktschom-la.
- (225) Rötlich grauer, quarzporphyritischer Dacit, Ngantse-tso.
- (262) Quarzbiotitdiorit, Rungtal
- (584) Weisser, turmalin-muscovitführender Alkalikalkgranit, s. vom Guntschu-tso
- (686) Brauner, schwarzgefleckter Lherzololith, südöstliche Ecke des Rakas-tal.
- (688) Dunkler Hunnediabas, „ „ „ „
- (697) Grüner Bronzitit, Südufer des Rakas-tal.
- (782) Dunkler Basalt, 1 Kilom. s. vom Tsolan-ngoptha-la.
- (815) Dunkler, hyalopilitischer Dacit, Hlagar, s. von Lapta
- (824) Grauweisser, gesprenkelter Dacit, w. s. w. von Lapta.



Wie schon hier oben (S. 151, 152) angedeutet wurde, wechselt die mineralogische Zusammensetzung hieher gehoriger Gesteine sehr stark. In einigen herrschen die farbigen Elemente vor unter Zurücktreten des Quarzes und des Alkalifeldspates, während der Plagioklas aus Andesin besteht, in anderen, saureren Varietäten ist der Alkalifeldspat und Quarz vorherrschend unter Zurücktreten der Hornblende und unter Auftreten eines saureren Oligoklases. Wenn chemische Analysen auch von diesen Varietäten vorlägen, dürften die jetzigen Lucken zwischen (262) und (3) des Projektionsdreieckes ausgefüllt worden sein, ebenso wie zwischen diesen und dem saueren, alkalireicheren (584). Dagegen scheint mir die nahe Verwandtschaft zwischen diesen Graniten und (168) sehr fraglich zu sein, da die molekulare Menge von  $\text{Na}_2\text{O}$  im Verhältnis zu derjenigen von  $\text{K}_2\text{O}$  bei dem letztgenannten viel kleiner ist als bei jenen.

Abgesehen von den aplitischen und pegmatitischen Graniten sind hier oben fast 140 Granitproben erwähnt worden. Da unter diesen Alkaligranite nicht angetroffen worden sind, darf man wohl annehmen, dass es solche in den von Doktor HEDIN's letzter Reise berührten Teilen von Tibet überhaupt nicht gibt. Beinahe die Hälfte, 46 %, der untersuchten Granite gehört der basischeren, biotit-hornblendeführenden Reihe, 21 % den sauren muscovit-turmalinhaltigen Graniten, 20 % den mittelsauren Graniten und 13 % den Zweiglimmergraniten an, die eine Zwischenstellung zwischen dem sauersten Endglied der Reihe und den Graniten einnimmt.

Über die geographische Verbreitung der verschiedenen Granitvarietäten gibt die beigelegte Karte, Fig. 3, näheren Aufschluss. Wenn man von (168) und (169), die auch chemisch einen besonderen Typus darstellen, absieht, ist es aus der Fig. 3 ersichtlich, dass die verschiedenen Varietäten mit einander gemischt vorkommen. Wenn von einem Fundorte, oder von benachbarten Fundorten mehrere Granitproben vorliegen, gehören sie nicht derselben, sondern den verschiedensten Varietäten an, und liefern sogar Belegstücke, die als Übergangsglieder zwischen den hier unterschiedenen Varietäten betrachtet werden müssen.

Was die Geologie dieser Granite betrifft, liegen zwar sehr wenige direkte Observationen vor; es scheint mir jedoch offenbar, dass die Granite in dem von Doktor SVEN HEDIN kartierten Gebiete ebenso wie in den benachbarten Teilen des Himalaya Gänge in sedimentären Systemen bilden, die wenigstens so jung wie von jurassischem Alter sein können.

Die Granite des Himalaya werden auf drei Typen<sup>1</sup> verteilt: Muscovit-Turmalingranit, Biotitgranit und Hornblendegranit, von HAYDEN auch Kyi Chugranit genannt. Die von mir aufgestellten Typen von Graniten aus dem Transhimalaya sind mit den Typen aus dem Himalaya vollkommen identisch, nur dass ich aus den zahlreichen Übergangsgliedern zwischen den schon erwähnten Granittypen des reichen HEDIN'schen Materiales noch einen vierten Typus, den der Zweiglimmergranite, ausgeschieden habe. Die erwähnte petrographische Identität der Himalaya- und der Transhimalaya-Granite ist so vollkommen — man vergleiche z. B. den von HAYDEN in der Gegend von Lhasa gefundenen Kyi Chugranit und den von HEDIN nordwestlich und westlich von Schigatse gefundenen Quarzbiotitdiorit — dass man dieselbe wohl als Beweis auch genetischer Zusammengehörigkeit dieser Granite ansehen darf.

Der Turmalingranit des Himalaya tritt als Gänge im Biotitgranit auf, and is<sup>2</sup> therefore younger than the latter; the difference in age between the two, however, is probably not great, the tourmaline-granite being perhaps morely the residual portion of the magma which still re-

<sup>1</sup> HAYDEN, Geology of the provinces Tsang and U. Mem. geol. Survey of India, Vol. 36, Part 2, Calcutta 1907. — HAYDEN, The geology of Himalaya in BERRARD and HAYDEN, Geography and geology of the Himalayan Mountains, Part 4, Calcutta 1908, S. 219.

<sup>2</sup> HAYDEN, op. cit., Calcutta 1908, S. 219.

mained matter after the separation of the biotite granite, in which case the may be as merely representing two stages of a single phase of intrusion. — The remaining granite differs markedly in mineralogical characters from both the foregoing and is especially characterised by the presence of hornblende and sphene. It was found to be common in the valleys of Brahmaputra and Kyi Chu in the neighbourhood of Lhasa and has also been noticed in the Upper Indus valley in Ladak, in Astor, in Gilgit and again in the Hindu Kush in Afghanistan . . . The age

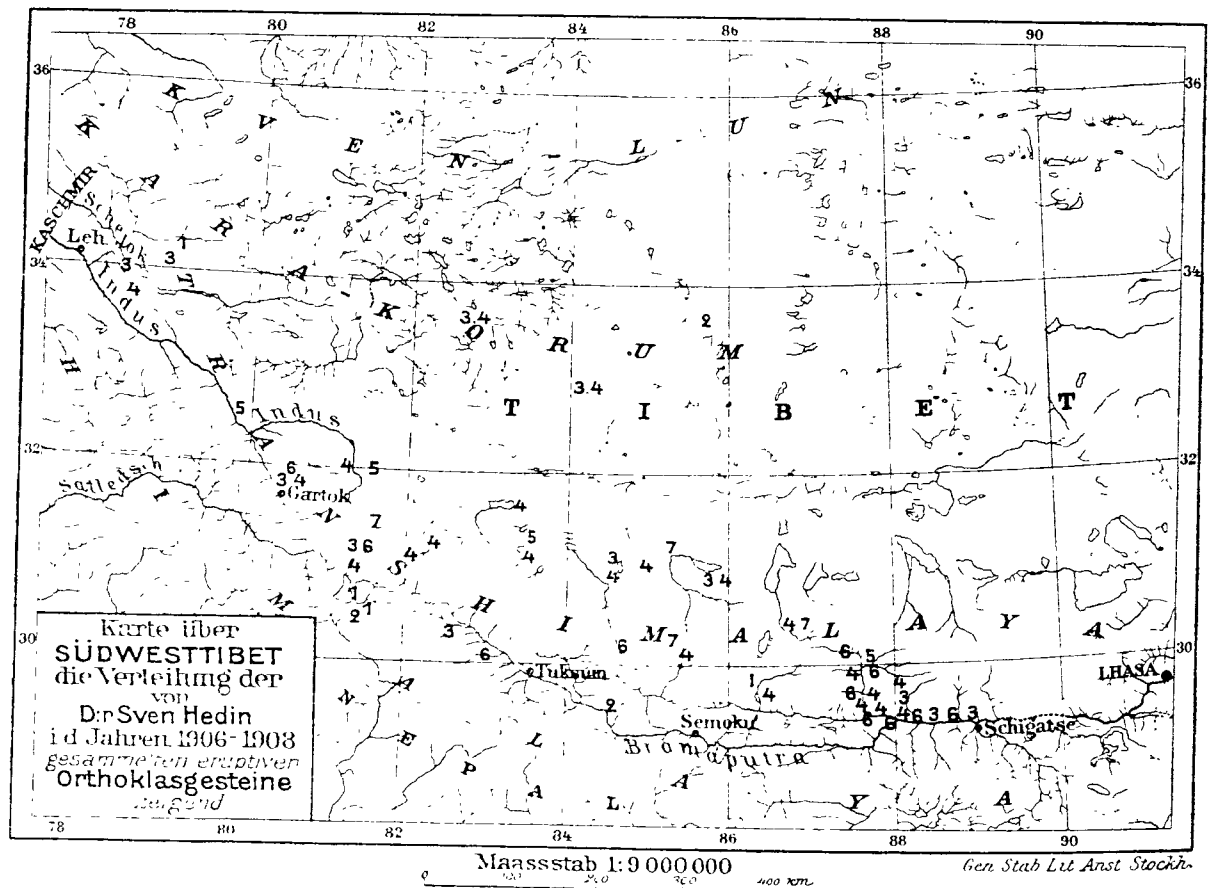


Fig. 3.

1. Muscovit-tourmalinführender Granit. 2. Zweiglimmergranit. 3. Granitit. 4. Biotit-Hornblendegranit, Quarzbiotitdiorit
5. Granitporphyr 6. Granitplit, pegmatitischer Granit, Tourmalingranit. 7. Liparit mit quarzporphyrischem Habitus.

of the hornblende-granite is not known with certainty; it has been shown by General MC MAHON to be older than the typical biotite-granite and was found in Tibet to be either late Cretaceous or post-Cretaceous. There is, therefore, no great difference in age between these granites and all three may possibly have been derived, by a process of differentiation, from the same magma, the hornblende-granite solidifying first, the biotite-granite next, and the tourmaline-granite last of all.

Aus dem schon Gesagten ergibt sich, dass die Granite des Transhimalaya aus denselben Gründen wie die Granite des Himalaya als spät- oder postcretaceisch angesehen werden können.

Die gegenseitige Verbreitung der verschiedenen Glieder der Orthoklasgesteine, der Granite, Granitporphyre, Aplite, Pegmatite und Liparite, geht aus der Karte, Fig. 3, hervor. Aus dieser erhellt, dass die Granitporphyre, die aplitischen und pegmatitischen Granite sowie die Liparite nur in den höchsten Teilen des Transhimalaya anstehend angetroffen worden sind, während sie in der Talniederung des Brahmaputra-Tales und westlich derselben, d. h. in dem Talgebiet, das den Transhimalaya im S. und S. W. begrenzt, ganz vermisst werden. Die Granite dagegen sind zum allergrössten Teil an den Süd- und Nordrand des Transhimalaya sowie an die erwähnte Talniederung gebunden, obwohl sie stellenweise auch in den Flusseinschnitten des eigentlichen Transhimalaya entblösst worden sind. Da es ohne weiteres offenbar ist, dass die grobkörnigen, holokristallinen Granite im allgemeinen ein tieferes Niveau der Eruptivformation als die Granitporphyre und die Liparite repräsentieren, kann man aus der erwähnten Verbreitung dieser Strukturvarietäten die Schlussfolgerung ziehen, dass tiefe Erosionseinschnitte notwendig waren, um die tiefer gelegenen Granite blosszulegen. Daraus folgt andererseits, dass den erodierenden Kräften eine sehr grosse Rolle bei der Bildung der Talniederung südlich und sudwestlich des Transhimalaya zugeschrieben werden muss.

## II. Natronkalkfeldspatgesteine.

### A. Quarzführende.

#### a. Quarzdiorite.

Schon hier oben (S. 156) wurde hervorgehoben, dass gewisse Biotit-Hornblendegranite sich ihrer chemischen Zusammensetzung nach, den quarzdioritischen Magmen stark nähern, ja, dass einige derselben diesen so nahe stehen, dass sie geradezu als Quarzbiotitamphiboldiorite bezeichnet werden können. Zwischen diesen beiden Gesteinsvarietäten gibt es im Transhimalaya eine solche Menge Übergangsglieder, dass es oft eine rein subjektive Frage ist, ob man eine gewisse Probe zu der einen oder der anderen Varietät rechnen will. Was die Zusammensetzung und Struktur dieser Granodiorite betrifft, verweise ich auf die hier oben (S. 152) gegebene Beschreibung und beschränke mich auf eine Erwähnung der am meisten basischen Varietäten der Quarzdiorite.

#### 1. Quarzamphiboldiorite.

Solche bestehen aus basischem *Oligoklas*, etwas *Orthoklas* und *Quarz*, *Hornblende*, *Biotit*, *Eisenerzkörnern*, *Apatit* und sekundären Verwitterungsprodukten. Der *Oligoklas* bildet leistenförmige Individuen, zusammengesetzt aus Zwillingen nach dem Albitgesetz, wirt durch einander liegend. Die Zwischenräume werden von *Quarz* ausgefüllt oder von Quarz in mikropegmatitischer Verwachsung mit einem einheitlich struierten Feldspat, dessen Lichtbrechung niedriger ist als die des Quarzes, und der als *Orthoklas* gedeutet werden könnte. In anderen Zwischenräumen befindet sich eine kompakte, grüne *Hornblende*; Hornblende tritt auch als kurz säulenförmige Individuen auf, die vor oder gleichzeitig mit dem Plagioklas sich ausschieden; a = grün-gelb, b = grün, c = grün mit bläulichem Ton. Der *Biotit* bildet gelbe, resp. braune, lappige Tafeln; er tritt immer an Menge gegen die Hornblende stark zurück.

In anderen noch mehr basischen Varietäten desselben Gesteins scheint die Hülle des Plagioklases aus *Oligoklas*, der Kern dagegen aus *Labradorit* zu bestehen. Hier tritt auch sowohl der *Quarz* wie der *Orthoklas* stark zurück, und das Gestein nimmt eine mehr ausgeprägt porphyrtartige Struktur an.

## 2. Quarzaugitdiorite.

In einigen Proben dieser Gesteinsvarietät ist nichts von einem Pyroxen zu sehen, obwohl man zu vermuten gezwungen ist, dass die luckenausfüllende Hornblende derselben aus Pyroxen hervorgegangen ist. In anderen dagegen tritt Pyroxen als wesentlicher Bestandteil der Gesteinsmasse auf. Dies' Gestein setzt sich aus *Plagioklas*, *Augit* (*Hornblende*), *Quarz*, *Eisenerzkörnern*, *Titanit* und *Apatit* zusammen.

Der *Plagioklas* ist leistenförmig und zeigt polysynthetische Zwillinglamellierung; seine nähere Bestimmung ist infolge weit vorgeschrittener Verwitterung fast unmöglich oder wenigstens unsicher. Er scheint indessen ein *Andesin* mit dem Kern basischer als die Hülle zu sein. In den Zwischenräumen zwischen den wirr durch einander gelegenen Plagioklasleisten steckt ein farbloser, monokliner, diopsidähnlicher *Augit*, dessen Randpartien oft in grüne, kompakte *Hornblende* umgewandelt ist. Diese Amphibolisierung des Augites schreitet sehr oft weiter, so dass in vielen Fällen der ganze Augit in ein Hornblendeindividuum oder ein feinkörniges Gemenge von solchen übergegangen ist. Die hier sichtlich aus Pyroxen hervorgegangene Hornblende ähnelt zum Verwechseln der hier oben bei den Quarzbiotitamphiboldioriten erwähnten, luckenausfüllenden Hornblende. Zwischen den Plagioklasleisten sieht man weiter nicht allzu selten kleine Anhäufungen von *Quarz*. Zu den erwähnten Mineralien treten *Apatit*, *Magnetit* mit *Leukoxenrand* und *Titanit* hinzu.

Die Struktur des primären Quarzaugitdiorites kann als divergent-strahlig oder ophitisch charakterisiert werden; diese Struktur ist indessen gewöhnlich nur noch spurenweise vorhanden. Gewöhnlich ist nämlich das Gestein in einen granoblastischen Hornblendegneiss mit Reliktenstruktur vom ursprünglichen Quarzaugitdiorit umgewandelt worden. Diese Hornblendegneisse werden hier unten als kristallinische Schiefergesteine beschrieben.

Leider war das Material nicht frisch genug, um für eine zuverlässige chemische Analyse verwendet werden zu können. Der mineralogischen Zusammensetzung sowie der geographischen Verbreitung der Quarzdiorite nach zu urteilen, müssen diese indessen auch geologisch mit den Graniten zusammengehören.

Diese Diorite, sowie die aus denselben hervorgegangenen Amphibolitgesteine, sind petrographisch identisch mit den von HAYDEN<sup>1</sup> aus Nangkartse und anderen Lokalitäten im östlichen Himalaya beschriebenen, dioritischen Ganggesteinen, die Gänge auch in Ablagerungen cretaceischen Alters bilden und, der allgemeinen Anschauung gemäss, jungocän sein sollen. Demnach können auch dieselben dioritischen Gesteine aus dem Transhimalaya als jungocän angesehen werden.

Zu den Quarzdioriten mit deutlichen Spuren der ursprünglichen Struktur sind zu rechnen: (314), (316), (317), (487), (978). Die Verbreitung dieser Gesteine innerhalb Transhimalaya geht aus der Kartenskizze (Fig. 4) hervor.

### b. Quarzdioritporphyrite.

Dunkelgrüne bis dunkelrotliche, porphyrtartige Gesteine, die in einer makroskopisch dichten oder feinkristallinen Grundmasse Einsprenglinge hegen von *Quarz*, *Plagioklas* und *Orthoklas* sowie, in geringer Menge, von *Biotit*, *Hornblende*, *Erzkörnern* und *Apatit*.

Die Grundmasse, holokristallinisch mit mikrogranitischer oder teilweise granophyrischer Struktur, setzt sich gewöhnlich aus kleinen *Plagioklasleisten* und *Quarzkörnern* zusammen und

<sup>1</sup> The geology of the provinces T'ang and U. Mem. Geol. Survey of India, Vol. 36, Part 2, Calcutta 1907, S. 58.

ist oft von feinstem *Erzstaub* imprägniert. Es kommt nicht gerade selten vor, dass die Plagioklasleisten unter sich parallel angeordnet sind, wodurch eine zierliche Mikrofluktuationsstruktur hervorgerufen worden ist. Die Plagioklase zeigen Zwillingslamellierung nach dem Albitgesetz und die optischen Charaktere eines sauren *Oligoklases*. In einigen Fällen glaube ich auch eine Einmischung von orthoklastischem Feldspat wahrgenommen zu haben.

Die *Quarzeinsprenglinge*, gewöhnlich von unregelmässiger Form, bilden zuweilen regelmässige Dihexaëder mit schmalen Prismen; unter den häufigeren Glaseinschlüssen sieht man auch Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglicher Libelle. In einigen Proben werden Quarzeinsprenglinge ganz vermisst, in anderen kommen keine eigentlichen Quarzeinsprenglinge vor, nur linsenförmig ausgezogene Aggregate gequetschten Quarzes, welche vermutlich als ausgewalzte Quarzeinsprenglinge zu deuten sind. — Die *Plagioklaseinsprenglinge*, Tafeln nach *M* (010) und zusammengesetzt aus Zwillingen nach dem Albit- und Karlsbadergesetz, bestehen gewöhnlich aus *Andesin* mit dem Kern basischer als die Hülle und sind folglich im grossen und ganzen basischer als der Grundmasseplagioklas. — Andere, seltene Feldspat tafeln zeigen einheitlichen Bau und sind als *Orthoklas* zu deuten, obwohl es bei vorgeschrittener Umwandlung nicht für jeden Spezialfall möglich ist zu sagen, ob ein Orthoklas oder ein Plagioklas vorliegt. — Die *Hornblende* zeigt die Form kurzer, von Prisma und Pinakoid begrenzter Säulen; a = hellgelb, b und c = braun oder a = grünlich gelb bis farblos, b = olivengrün, c = reingrün. — Die *Biotit* tafeln zeigen braune resp. gelbe Farben und sind oft in grünliche *Chlorit*substanzen umgewandelt.

Die Quarzdioritporphyrite gehören offenbar zu derselben Familie der granitodioritischen Gesteine wie die hier oben geschilderten Quarzbiotitamphiboldiorite und Hornblendegranite, die rein porphyrtartige Fazies derselben darstellend. Auch diese mehr gleichmässig körnigen Gesteine zeigen eine Vorliebe für porphyrtartige Ausbildung, die jedoch erst mit der mikrokristallinen Grundmasse der Quarzdioritporphyrite als reine Porphyrtstruktur hervortritt. In einzelnen Fällen kann es folglich schwer sein zu entscheiden, ob eine Probe den porphyrtartigen Quarzbiotitdioriten oder den Quarzdioritporphyriten zuzurechnen ist. — Andererseits gehen Quarzdioritporphyrite in Dacite etc. über. Auch in einer anderen Beziehung ist der Quarzdioritporphyrit einer Veränderung unterworfen: der Quarz kann als Einsprenglinge ganz vermisst werden und nur als Grundmassequarz vorhanden sein, d. h. der Quarzdioritporphyrit geht in Dioritporphyrit über.

Zu den Quarzdioritporphyriten sind folgende Proben zu rechnen: (180), (189), (274), (280), (284), (407), (457—460), (1072—1076), (1080).

Das Gestein kommt folglich, wie auch die Karte (Fig. 4) zeigt, sowohl im eigentlichen Tibet, mitten in den Aptien-Kalksteinen und vermutlich dieselben durchsetzend, wie im Trans-Himalaya vor.

### c. *Dacite*.

#### 1. *Biotitdacite*.

Grauliche bis rotblonde, porphyrtartige Gesteine, in deren mikrofelsitisch dichter, z. T. gläseriger Grundmasse Einsprenglinge von *Quarz*, *Feldspat* und *Biotit* sowie, ausnahmsweise, *Hornblende*, *Titanit*, *Apatit* und *Magnetit* eingebettet liegen.

Die Grundmasse ist entweder holokristallinisch, mikrofelsitisch mit grobkörnigen Partien, die aus *Oligoklas*leisten, *Quarz* und *Chlorit* bestehen, oder glasig mit feinen Trichiten und Mikrolithen oder sphärolithisch aus kleinen, kugeligen, radialstrahligen Sphärolithen bestehend. Durch die Anhäufung eines gelbbraunen Pigmentes zu schlierenartigen Partien sowie durch die subparallele Anordnung der Trichite und Mikrolithe der Grundmasse wird oft eine schöne

Mikrofluktuationsstruktur hervorgerufen. Nur selten hat die Grundmasse ihre ursprüngliche Struktur beibehalten, gewöhnlich ist sie einer intensiven, sekundären Umkristallisierung zum Opfer gefallen, wobei sie in ein feinstruiertes, aggregatpolarisierendes Gemenge kleiner Körner mit eingestreuten Kristallfitterchen von *Quarz*, *Feldspat*, *Biotit* etc. umgewandelt wurde. Die Umwandlung folgt oft eigentümlich gebogenen, verästelten Linien, zuweilen an die perlitische Absonderung erinnernd. Auch eine sekundäre Sphärolithstruktur kommt oft in den so umgewandelten Partien der Grundmasse zum Vorschein.

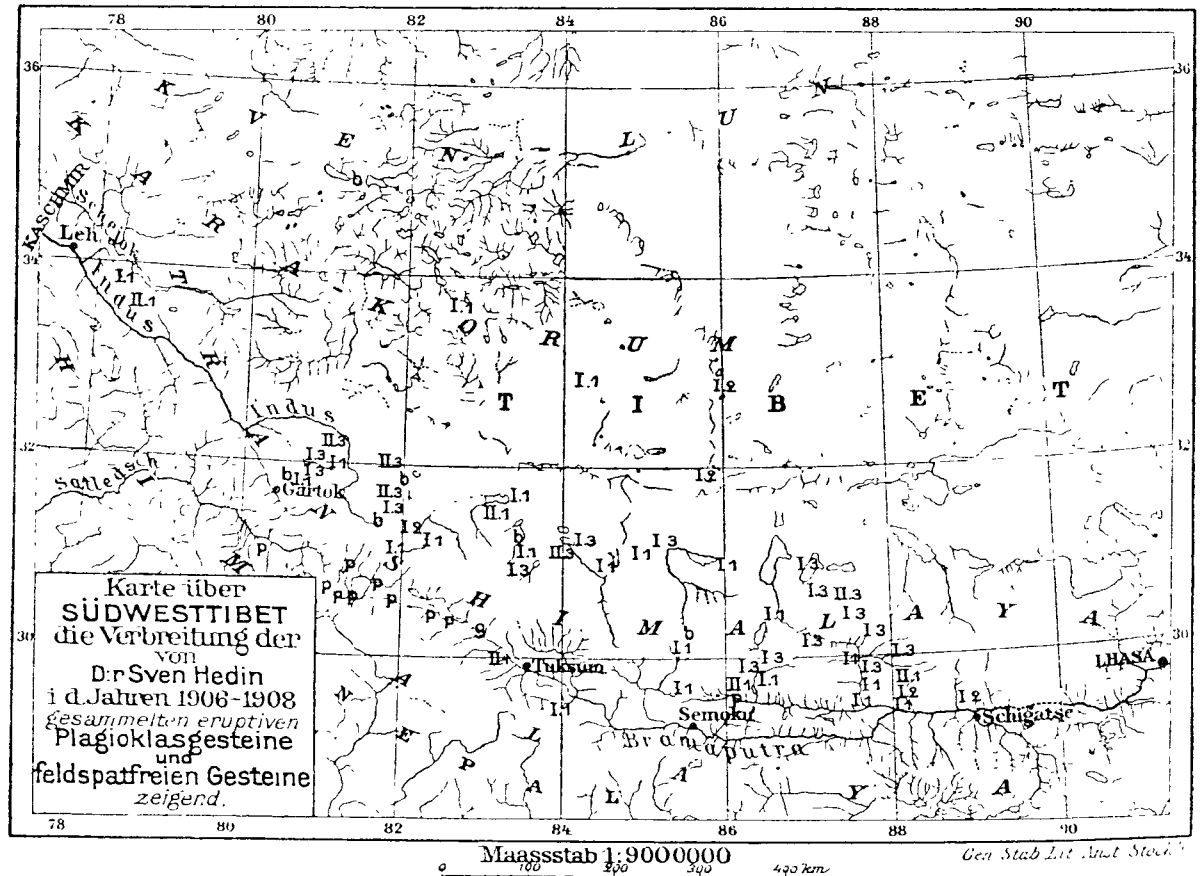


Fig. 4.

- I. 1. Quarzamphiboldiorit und Quarzangitdiorit. I. 2. Quarzdiortporphyr. I. 3. Dacit.  
II. 1. Augitdiorit und Hypersthenaugitdiorit. II. 3. Andesit.  
g Gabbro d Diabas. b. Basalt p Pyroxenit, Peridotit.

Die *Quarzeinsprenglinge* bilden Dihexaeder oder Bruchstücke solcher, oft mit magmatischen Resorptionsbuchten. Die mikroskopischen Einschlüsse sind gewöhnlich unregelmässig schuppenförmig; sie bestehen aus Glas und können in einem Teil des Einsprenglings angesammelt sein, während andere Partien desselben, hauptsächlich die peripherischen, aus von Einschlüssen ganz freiem, glasklarem Quarz, vermutlich Neubildungen der Effusionsperiode bestehen. — Die *Feldspateinsprenglinge* sind leisten- oder tafelförmig und bestehen aus zwillingslamelliertem *Andesin*, basischer als der Plagioklas der Grundmasse, und einheitlich struiertem *Orthoklas*. Nur in ganz

verzezelten Fällen sind beide Feldspate frisch, sonst ist der Plagioklas ganz klar, höchstens rissig, während der orthoklastische Feldspat durch Verwitterung trüb ist, oder umgekehrt, der Orthoklas ist glasklar, der Plagioklas verwittert, oder endlich, beide Feldspate sind so stark verwittert, dass es nicht immer möglich ist, zu bestimmen, ob ein Orthoklas oder ein Plagioklas vorliegt. — Der *Biotit* bildet regelmässig begrenzte Tafeln mit  $a =$  hellgelb,  $b$  und  $c =$  dunkelbraun. — Die *Hornblende*, kurz säulenförmig, zeigt folgenden Pleochroismus:  $a =$  gelb,  $b =$  dunkel olivengrün,  $c =$  dunkelgrün. — Zuweilen treten vereinzelt, stark grüne, *chloritische* Aggregate auf von kurz säulenförmiger Gestalt, an Augitsäulen erinnernd.

Die gewöhnliche petrographische Nomenklatur bezeichnet die praeocänen Gesteine von dem eben beschriebenen Typus als Quarzporphyrite, die eocänen und posteocänen dagegen als Dacite. Die hier geschilderten Gesteine kommen u. a. in den Gebieten der cenomanen Kalksteine vor und dürften wenigstens als spat- oder postcretaceisch anzusehen sein. Dieselben Ergussgesteine aus den benachbarten Partien des Himalaya und des Brahmaputra-Tales werden von der Geologischen Landes-Untersuchung Indiens als spätocän gedeutet, und demnach sollten die fraglichen Ergussgesteine aus dem Transhimalaya Dacite genannt werden. Wie indessen schon hier oben erwähnt wurde, sind einige dieser Dacite frisch, andere dagegen mehr oder weniger vollständig zersetzt; nur jene sollten den Namen Dacit verdienen, diese dagegen sollten nach der gewöhnlichen Terminologie Quarzporphyrite genannt werden. Die frischen und die zersetzten Varietäten kommen indessen mit einander vorgesellschaftet vor, und es kann sogar vorkommen, dass ein Teil einer Stufe ganz frisch, ein anderer Teil derselben Stufe zersetzt ist. Aus dem Angeführten geht folglich hervor, dass man hier keinen Unterschied in der Benennung der verschiedenen Verwitterungsstadien machen kann. Ich nenne daher alle hiehergehörigen Gesteine Dacite. Zu den frischen Daciten gehören: (253—256), (763—766), (815), (819—822), (824), (829), (830), (834), zu den verwitterten (quarzporphyritischen): (222—229), (232—235), (237—239), (241), (243), (244), (247), (259), (260), (334—336), (343), (364), (365), (366?), (368?), (370), (373), (378), (379), (825), (956?), (1011), (1034), (1036), (1037), (1050—1052), (1057—1061).

Die geographische Verbreitung der Dacite innerhalb des von Doktor HEDIN untersuchten Gebietes geht aus der Kartenskizze, Fig. 4, hervor. Aus dieser erhellt, dass die Dacite an die höchsten Strecken des eigentlichen Transhimalayas gebunden sind, dass sie hier an verschiedenen Lokalitäten zwischen 88 und 80° ö. L. anstehen und dass sie sowohl auf der tibetanischen Hochebene wie im Brahmaputra-Tal vermisst werden. Die frischesten Varietäten kommen im bongtholischen Transhimalaya vor, aber auch weiter östlich, z. B. im Schnittpunkt von 88° ö. L. und 30° n. Br., sind relativ frische Dacite angetroffen worden; doch gibt es zwischen den frischen auch zersetzte Varietäten.

Die stoffliche Zusammensetzung hieher gehöriger Gesteine geht aus den chemischen Analysen der Stufen (225), (815) und (824) hervor. Aus diesen lassen sich folgende Projektionswerte (OSANN) berechnen:

		A	C	F	a	c	f	n	
(225)	. . . . .	79.84	5.82	2.80	2.84	10	5	5	5.72; $a > f = c$ .
(815)	. . . . .	76.16	7.06	2.84	4.04	10	4	6	6.47; $a > f > c$ .
(824)	. . . . .	80.98	4.04	1.07	2.80	11	2.5	6.5	3.36; $a > f > c$ .

Die Projektionspunkte der analysierten Gesteine (S. 156) fallen in dasselbe Teildreieck wie die der Granite (584) und (3), den Zwischenraum zwischen diesen einnehmend. Die sauerste Varietät (824) mit ihrem relativ grossen Gehalt an orthoklastischem Feldspat hat  $n$  sehr klein, 3.36, und steht in der Nähe des Muscovit-Turmalingranites (584) und der Liparite resp. Quarzporphyre, vielleicht einen Übergang zur letztgenannten Familie darstellend. Sein Projektionsort

fällt indessen fast vollständig mit demjenigen des Quarzglimmerporphyrites aus Schirmeck (Elsass) zusammen, und das Gestein dürfte am ehesten den dacitischen resp. quarzporphyritischen Magmen zuzurechnen sein. — In (225), wo nach der optischen Analyse die Orthoklaseinsprenglinge viel seltener als die Plagioklaseinsprenglinge sind, ist  $n = 5.72$ , d. h. die molekulare Menge von  $\text{Na}_2\text{O}$  verhält sich zu der molekularen Menge von  $\text{K}_2\text{O}$  wie  $5.72 : 4.28$ . Dieses Gestein fällt im Projektionsdreieck mit den Analysenorten gewisser Granitite, Amphibolgranite, Biotitdacite und Quarzporphyrite zusammen; es liegt (Fig. 2) auch in der Nähe des Projektionspunktes der Granitite aus dem Transhimalaya und Tibet und bildet die effusiven Äquivalente dieser Granite. — (815) hat  $n = 6.47$ . Sein Projektionspunkt liegt ganz in der Nähe desjenigen der Varietät (225), woraus hervorgeht, dass auch (815) eine effusive Form der mittel-sauren Granite des Transhimalaya repräsentiert.

Die analysierten Gesteine nehmen, wie gesagt, eine Zwischenstellung zwischen (584) und (3) ein. Andere Varietäten sollten, ihrem mikroskopischen Befund nach zu urteilen, noch grössere Werte für  $c$  und  $f$  im Verhältnis zum Wert für  $a$  zeigen und folglich das effusive Äquivalent der quarzdioritischen Gesteine des Transhimalaya (262) bilden.

## 2. Hypersthendacite

Dunkle, vitrophyrische Gesteine mit Einsprenglingen von *Hypersthen*, *Augit*, *Biotit*, *Plagioklas* (*Orthoklas*) und *Quarz*.

Die Grundmasse besteht aus einem hellen, isotropen Glas mit Mikrolithen von saurem *Oligoklas*,  $\text{Ab}^4\text{An}^1$ , und *Augit*.

Die *Hyperstheneinsprenglinge* bilden kurz säulenförmige Individuen mit schwachem Pleochroismus:  $a$  = hellrot,  $b$  = gelblich bis farblos,  $c$  = grün. Die *Augiteinsprenglinge*, die immer gegen die Hypersthene an Menge stark zurücktreten, sind fast farblos, diopsidähnlich. Der *Biotit* bildet hexagonale Tafeln mit  $a$  = farblos,  $b$  und  $c$  = braun. Die *Plagioklaseinsprenglinge*, leisten- oder tafelförmig, zeigen oft zonaren Bau von abwechselnd saureren und basischeren Zonen oder mit mehr basischem Kern, *Andesin*, die Hülle mehr sauer und von derselben Zusammensetzung wie die Plagioklasmikrolithe der Grundmasse, *Oligoklas*. Einige einheitlich gebaute, tafelförmige Feldspateinsprenglinge dürften als *Orthoklas* zu deuten sein. Die seltenen *Quarzeinsprenglinge* zeigen die Form regelmässig begrenzter Dihexaëder mit schmalem Prisma. — Alle die erwähnten Einsprenglinge können magmatische Resorptionserscheinungen zeigen.

Das Gestein ist ein ausgeprägtes Ergussgestein. Obwohl ich dasselbe zu den Daciten hinführe, scheint es mir nicht ausgeschlossen, dass das Gestein den saureren Varietäten der Hypersthenandesite zuzurechnen sei. Das entscheidende Wort in dieser Frage würde nur die chemische Analyse sprechen können.

Das Gestein ist im bongtholischen Transhimalaya anstehend angetroffen worden (794, 795).

## B. Quarzarme bis quarzfreie.

Durch Abnahme des Quarzes unter gleichzeitiger Anreicherung der farbigen Gemengteile, besonders des Augites, gehen die eben erwähnten quarzdioritischen und dacitischen Gesteine in dioritische resp. andesitische über.



### a. *Hypersthenaugitdiorite.*

Dunkelgraue, hypodiomorph körnige Gesteine, die sich aus *Plagioklas*, *Hypersthen*, *Augit*, *Biotit*, *Magnetit* und *Apatit* sowie vereinzelt *Hornblende*individuen zusammensetzen. Der *Plagioklas* bildet grosse Tafeln, zusammengesetzt aus Zwillingen nach dem Albit- und Periklingesetz und zonaren Bau zeigend, der Kern ein basischer *Andesin*, die Hülle ein *Oligoklas*. Der *Pyroxen* besteht zum grössten Teil aus *Hypersthen* mit  $a = \text{hellrot}$ ,  $b = \text{farblos}$ ,  $c = \text{grün}$ , zum Teil aus farblosem, bis schwach grünlichem, diopsidartigem *Augit* in Verwachsung mit dem *Hypersthen*, beide zuweilen von grüner, kompakter *Hornblende* umgeben. Der *Biotit*, *Magnetit* und *Apatit* machen ungefähr 11 Volum-% der Gesteinsmasse aus; der *Plagioklas* fast 71 und der *Pyroxen* 18 Volum-%.

Die Struktur des Gesteins ähnelt in hohem Grade derjenigen eines Gabbrogesteins; da indessen der *Plagioklas* recht sauer und der *Augit* ein diopsidähnlicher ist, rechne ich das Gestein zu den Dioriten, obwohl dasselbe vermutlich sich der Gabbrofamilie nähert.

Hierher gehört die Stufe (862).

### b. *Augitdioritporphyrite.*

Dunkelgraue bis graugrüne, porphyrtartige Gesteine, deren feinkörnige Grundmasse Einsprenglinge von *Plagioklas* und *Augit* hegen.

Die Grundmasse kann mikrogranitische Struktur zeigen, bestehend aus *Quarz* und trübem *Feldspat*, der wenigstens zuweilen ein *Plagioklas* ist, oder sie ist feinkörnig, bestehend aus feinen *Oligoklas*leisten mit Einmischung von *Augit*mikrolithen und *Erzkörnern*.

Die *Augiteinsprenglinge* bilden kurz achteckige Säulen, die von Prisma und Pinakoid begrenzt sind, oft verzwillingt nach der Querfläche; sie sind farblos bis schwach grünlich, diopsidartig, mit  $c : c = 40^\circ$ . Gewöhnlich ist der *Augit* ganz oder teilweise in grüne, *chloritische* Substanzen mit unternormalen Polarisationsfarben, oder in grüne, faserige Aggregate von *Chlorit*, *Epidot* und *Titanit* umgewandelt. — Die *Plagioklaseinsprenglinge* bestehen bei den saureren Varietäten aus saurem *Andesin*, bei den basischeren aus saurem *Labradorit*. — Wenn *Magnetit*einsprenglinge auftreten, zeigen sie oft einen weissgrauen *Leukoxen*rand. — In einigen Varietäten sieht man auch Einsprenglinge von *Biotit* in regelmässig begrenzten Tafeln.

Hierher sind zu rechnen: (276–277?), (389), (516), (857), (1065–1067). Wie die Karte (Fig. 4) zeigt, sind die Dioritporphyrite nur am Südrande des Transhimalaya, langs des Brahmaputra- und Gartok-Indus-Tales, und am Nordrande desselben, am Südufer des Ngangling-tso, aufgefunden worden.

### c. *Andesite.*

Aus den hier oben (S. 163), bei der Besprechung der Dacite, angeführten Gründen durften alle aus dem Transhimalaya bekannten, dioritischen Ergussgesteine Andesite zu nennen sein, nicht etwa, nach der gewöhnlichen, petrographischen Terminologie, einige Porphyrite und andere Andesite.

#### 1. *Biotitandesite.*

Dunkelbraune, porphyrtartige Gesteine, die in einer glasigen Grundmasse Einsprenglinge von *Plagioklas*, *Biotit* und *Eisenerz* hegen.

Die Grundmasse setzt sich aus einem isotropen Glasteig mit leistenförmigen Mikrolithen von saurem *Oligoklas* und Körnern von *Eisenerz* zusammen.

Die *Plagioklas*einsprenglinge bilden dünne Tafeln nach *M* (010), zusammengesetzt aus Zwillingen nach dem Albit- und Periklingesetz und oft zonaren Bau zeigend, der Kern mehr basisch,  $\text{Ab}^3\text{An}^1$ , die Hülle mehr sauer,  $\text{Ab}^7\text{An}^3$ . — Der *Biotit* bildet stark braune, regelmässig begrenzte Tafeln.

Zu dieser Gesteinsvarietät rechne ich (773), (776), (797). Das Gestein kommt im bongtholischen Transhimalaya zusammen mit Daciten und Augitandesiten vor.

## 2. Augitandesite.

Graue bis dunkelbraune, porphyrtartige Gesteine, deren glasige oder dichte Grundmasse Einsprenglinge von *Plagioklas*, *Augit* und *Eisenerz* umschliesst.

Die Grundmasse ist zuweilen holokristallinisch, feinkörnig, zusammengesetzt aus langen, schmalen *Andesin*leisten, die im grossen und ganzen eine Fluidalstruktur zeigen; in den Zwischenräumen erscheinen Körner von farblosem *Augit* und *Erz* oder *chloritische* Aggregate. In anderen Fällen besteht die Grundmasse aus einem isotropen, von dicht angehäuften Trichiten schwach braun gefärbten Glas mit leistenförmigen *Andesin*- und *Augit*mikrolithen.

Die *Plagioklas*einsprenglinge, tafelförmig nach *M* (010), zeigen sehr oft zonaren Bau, der Kern basischer als die Hülle, diese ein basischer *Andesin*, jener ein *Bytownit*. Der *Plagioklas* ist oft ganz oder zum Teil in *Epidot* und *Calcit*, sowie in hellgrünen *Chlorit* umgewandelt. — Die *Augit*einsprenglinge bilden kurze, achtseitige Säulen, deren  $c:c = 39^\circ$ , und die oft Zwillinge nach (100) zeigen. Der *Augit* ist oft ganz oder teilweise in grüne, *chloritische* Massen oder schmutzig grüne, faserige Aggregate umgewandelt.

Zu den Augitandesiten gehören: (242), (774), (779—781), (799—802), (806), (807), (809—814), (817), (818). Diese Stufen stammen zum allergrössten Teil aus dem bongtholischen Transhimalaya. (242), etwas saurer als die übrigen, ist im östlichen Transhimalaya zusammen mit den hier herrschenden Daciten anstehend angetroffen worden.

## 3. Augitbiotitandesite.

Rote oder graue, zuweilen schlackige Gesteine, in deren glasiger oder feinkristallinischer Grundmasse Einsprenglinge von *Augit* und *Biotit* sowie, vereinzelt, *Plagioklas* und *Hornblende* eingebettet liegen.

Die Grundmasse besteht zuweilen aus einem braunen bis roten Glas mit feinen opaken Trichiten und *Plagioklas*nädelchen in deutlich fluidaler Anordnung und mit unregelmässigen oder gewöhnlich ovalen Poren, deren längste Achse dieselbe gegenseitige Richtung einhält. Bei anderen Varietäten scheint die Grundmasse holokristallinisch zu sein, zusammengesetzt aus *Andesin*leisten, *Augit*mikrolithen und opakem *Erz*staub, zuweilen in wirrer, zuweilen in fluidaler Anordnung.

Die *Augit*-, *Biotit*- und *Plagioklas*einsprenglinge sind von derselben Form und demselben Aussehen wie bei den Augit- resp. Biotitandesiten, nur dass der *Plagioklas* in den Augitbiotitandesiten seltener ist und in mehreren Varietäten ganz vermisst wird. In einigen Proben treten ausser den erwähnten Einsprenglingen auch solche von *Hornblende* auf als kurze Säulen mit  $a$  = hellgelb,  $b$  und  $c$  = braun. In einem Falle (1040) sieht man kleine Einsprenglinge von der bekannten Form des *Olivins*, die eine starke Licht- und Doppelbrechung zeigen.

Die hiehergehörigen Ergussgesteine sind ganz frisch und stammen alle aus dem bongtholischen Transhimalaya, wo sie zusammen mit den schon früher erwähnten Daciten und Andesiten sowie mit hier anstehenden Basalten vergesellschaftet vorkommen.

Zu den Augitbiotitandesiten gehören (783—788), (1040), (1041).

### III. Kalknatronfeldspatgesteine.

#### A. Gabbro.

##### Olivingabbro.

Graue, grobkörnige Gesteine, zusammengesetzt aus *Plagioklas*, *Pyroxen*, *Olivin* und *Eisenerz* in einer typisch allotriomorphen Gabbrostruktur. Der *Plagioklas* in leisten- oder tafelförmigen Individuen ist ein *Labradorit* von der Zusammensetzung  $Ab^2An^3$ . — Der *Pyroxen* ist monoklin, klar und farblos, mit guten, dicht gelegenen Spaltrissen nach der Querfläche (100), welche den Winkel der kräftigen prismatischen Spaltrisse halbieren. — Der *Olivin* ist gewöhnlich ganz frisch, zeigt nur selten eine beginnende Serpentinisierung. Der Pyroxen macht 42 Volum-% der Gesteinsmasse aus, der Labradorit 33, der Olivin 22 und das Eisenerz 3 Volum-%.

Hierher gehören (522), (523); anstehend bei Schamsang, im Brahmaputra-Tal am Sudabhang des Transhimalaya.

#### B. Diabas.

##### Hunnediabas.

Dunkle, mittelkörnige, ophitstruierte Gesteine, die sich aus *Plagioklas*, *Augit* (*Hornblende*) und *Magnetit* zusammensetzen.

Der *Plagioklas*, in lang leistenförmigen, wirr angeordneten, aus Zwillingen nach dem Albit- und Periklingesetz bestehenden Individuen, ist ein *Labradorit*,  $Ab^1An^1$ . Die Plagioklase sind oft mit nadel- bis staubähnlichen Partikelchen imprägniert, in derselben Weise wie z. B. die Plagioklase der Hyperitformation (der »schwarzen Granite«) Südschwedens. Die gewöhnliche Deutung dieser Imprägnationen als eine Titanverbindung kann, in Anbetracht des relativ grossen Titan-säuregehaltes des tibetanischen Diabases, auch was dies Gestein betrifft, für sehr möglich gehalten werden. Der farblose *Augit*, der die Lücken zwischen den Plagioklasen ausfüllt, scheint ein typischer »Salit«, d. h. *Magnesiumdiopsid*, zu sein. Seine Randpartien sind oft in grüne, kompakte *Hornblende* umgewandelt, deren a = fast farblos, b = olivengrün, c = grün mit schwach braunem Ton. Der *Magnetit* bildet Körner oder Kristallskelette und scheint etwas titanhaltig zu sein.

Wenn man in den Gesteinsnamen keine Altersbestimmung hineinlegen will, verdient dies Gestein sowohl nach seinem mikroskopischen wie chemischen Befund (S. 101) den Namen Diabas. Er bildet zusammen mit den späteocänen Graniten und Lherzoliten intrusive Gänge im braunroten Jaspis zwischen dem Manasarovar und dem Rakas-tal (688).

### C. Basalte.

Dunkelgraue bis schwarze Gesteine mit dichtem Gefüge. Auf den matten Bruchflächen treten nur vereinzelt etwas grössere Kristalleinsprenglinge hervor.

Die Gesteinsmasse ist gewöhnlich kristallinisch körnig, bestehend aus zwillingslamelliertem *Labradorit* als Leisten und Tafeln. Zwischen den Labradoritindividuen liegen entweder kleine, selbständig und oft regelmässig begrenzte Körner von farblosem *Augit* und titanhaltigem *Magnetit*, oder aus *Augit* und dessen Umwandlungsprodukten bestehende Zwischenmassen. Die Plagioklasleisten liegen wirr durch einander oder in subparalleler Anordnung, eine Ophit- oder Mikrofluktuationsstruktur hervorrufoend.

In anderen Varietäten werden die Lücken zwischen den Labradoriten oder zwischen den Labradorit- und Augitkristallen von einer winzigste Magnetit- und Plagioklasmikrolithe hegenden Glasmasse oder deren chloritischen Umwandlungsprodukten eingenommen.

Eine andere Basaltvarietät zeigt porphyrartige Struktur, eine bräunlich graue, isotrope Grundmasse mit Einsprenglingen von farblosem oder schwach braunem *Augit*, brauner, basaltischer *Hornblende*, *Olivin*, *Plagioklas* und *Eisenerz*.

Zu den Basalten rechne ich: (83), (758), (782), (826), (828), (978), (998), (999), (1056). Die zuerst erwähnte Probe stammt aus der Gegend westlich vom Jeschil-köl zwischen dem Kuen-lun und Karakorum; die ubrigen aus dem Transhimalaya (Bongthol, Surla, Laptschung-schuru, südlich von Kantschung-gangri etc.).

Die chemische Zusammensetzung der Diabase und Basalte des Transhimalaya geht aus den hier oben (S. 102 und 113) angeführten Analysen hervor. Aus diesen Analysen können folgende Projektionswerte (OSANN) berechnet werden:

	s	A	C	F	a	c	f	n	
(688) . . . . .	56.14	3.07	6.09	25.54	2	3.5	14.5	9.11	f > c > a
(782) . . . . .	54.64	4.02	7.40	22.52	2.5	4.5	13	8.82	f > c > a.

Im Projektionsdreieck (S. 156, Fig. 2) fallen die Analysenorte dieser Gesteine mit denjenigen des Olivinabbros vom Sulitelma, des Norites von Ivrea, des Melaphyres von Mendola, des Diabases von Bachtenbeck, des Olivintholeites von Höringen, des Hunnediabases von Whinsill, des Äsbydiabases von Kauttua etc. zusammen und stellen ohne Zweifel die intrusiven resp. effusiven Äquivalente eines Gabbromagmas her, obwohl ihre relativ hohe s eine nahe Verwandtschaft mit augitdioritischen Magmen angibt. Die Kalknatronfeldspatgesteine des Transhimalaya nehmen eine Zwischenstellung ein zwischen den dioritischen-andesitischen nach der einen und den feldspatfreien Peridotiten und Pyroxeniten nach der anderen Seite, mit zahlreichen Übergangsgliedern zu den zuerst genannten. Es ist folglich sehr oft eine rein subjektive Geschmacksache, ob man gewisse Gesteinsvarietäten den Dioriten oder den Gabbros zurechnen will. Dagegen kenne ich aus dem Transhimalaya keine Varietäten, die den Übergang zwischen den Kalknatronfeldspatgesteinen und den erwähnten feldspatfreien vermitteln.

## IV. Feldspatfreie Gesteine.

## A. Peridotite.

## Lherzolith.

Braune, schwarzgefleckte, grobkristallinische Gesteine, die aus *Olivin*, rhombischem und monoklinem *Pyroxen* und *Picotit* bestehen. — Der *Olivin* ist von einander kreuzenden Flächen durchzogen, längs welchen derselbe in gelbe oder braungelbe *Serpentinsubstanz* umgewandelt worden ist. — Der häufigst vorkommende Pyroxen ist rhombisch, von genau demselben Bau und Aussehen wie im Bronzit (s. hier unten), wo er der chemischen Analyse gemäss aus *Bronzit* besteht; auch der rhombische Pyroxen des Lherzolithes ist folglich als *Bronzit* zu bezeichnen. — In sehr untergeordneter Menge tritt ein farbloser, monokliner, diopsidähnlicher *Augit* auf. — Der *Picotit* ist immer an Menge sehr unbedeutend.

## B. Pyroxenite.

## Bronzilit.

Grünlich schwarze, grobkristallinische Gesteine, die grösstenteils aus einem rhombischen, wasserhellen *Pyroxen* mit Spaltrissen nach (110) und (010) und ohne bemerkbaren Pleochroismus bestehen. Nach seiner chemischen Zusammensetzung muss dieser Pyroxen ein *Bronzit* sein. Ausserdem treten im Gestein vereinzelte *Olivine* und farbloser diopsidähnlicher, monokliner *Augit* auf; die beiden letztgenannten Mineralien sind indessen von so ganz untergeordneter Bedeutung, dass das Gestein als Bronzilit bezeichnet werden kann.

Es ist natürlich ohne weiteres klar, dass zwischen diesen beiden Gesteinsvarietäten keine bestimmte Grenze besteht; in gewissen Varietäten ist der Bronzit, in anderen der Olivin stärker repräsentiert; in mehreren Proben ist die Umwandlung der Gesteinselemente in Serpentin oder »Bastit« so weit vorgeschritten, dass man die primäre Zusammensetzung des Gesteins überhaupt nicht feststellen kann.

Dass es sich wirklich hier um ultrabasische Gesteine handelt, geht aus den chemischen Analysen (686) und (697) hervor. Aus diesen Analysen lassen sich folgende für das OSANN'sche Projektionsdreieck verwendbare Werte berechnen:

	s	A	C	F	a	c	f	n	
(686) . . . . .	39.90	0.77	0.00	57.28	0.5	0.0	19.5	8.56;	$f > a > c$
(697) . . . . .	48.15	0.00	1.65	47.58	0.0	0.5	19.5	:	$f > c > a$ .

Im Projektionsdreieck (Sid. 156, Fig. 2) liegen die Projektionspunkte dieser Gesteine in der nächsten Nähe des F-Poles und fallen mit mehreren früher analysierten Peridotiten zusammen, die basischen Endglieder der Diorite und Gabbros des Transhimalaya darstellend.

Zu dem Lherzolith oder Bronzilit oder deren Umwandlungsprodukte sind folgende Stufen zu rechnen: (392), (536), (538), (541), (558—569), (590), (591), (594), (599), (686), (691—695), (697), (698), (700—703), (732—735), (1085), (1111), (1112). Die Fundorte dieser Stufen sind auf der Karte, S. 162, eingetragen worden. Aus dieser erhellt, dass das Vorkommen dieser ultrabasischen Eruptivformation an die Talniederung südlich vom Transhimalaya und an den

Südabhang desselben gebunden ist, hier zusammen mit Granit, Diorit und Gabbro Intrusivgänge bildend. In den höchsten Teilen des Transhimalaya kommt die Formation nicht zum Vorschein; nur im tiefen Taleinschnitt zwischen dem Transhimalaya und Himalaya ist dieselbe blossgelegt worden.

Wie schon früher (S. 101) hervorgehoben wurde, sind dieselben Peridotite schon seit lange her bekannt aus Hundés, Ladak und dem östlichen Himalaya, wo sie Gänge im jurassischen, cretaceischen und tertiären Formationen bilden und als spätcocän betrachtet werden.

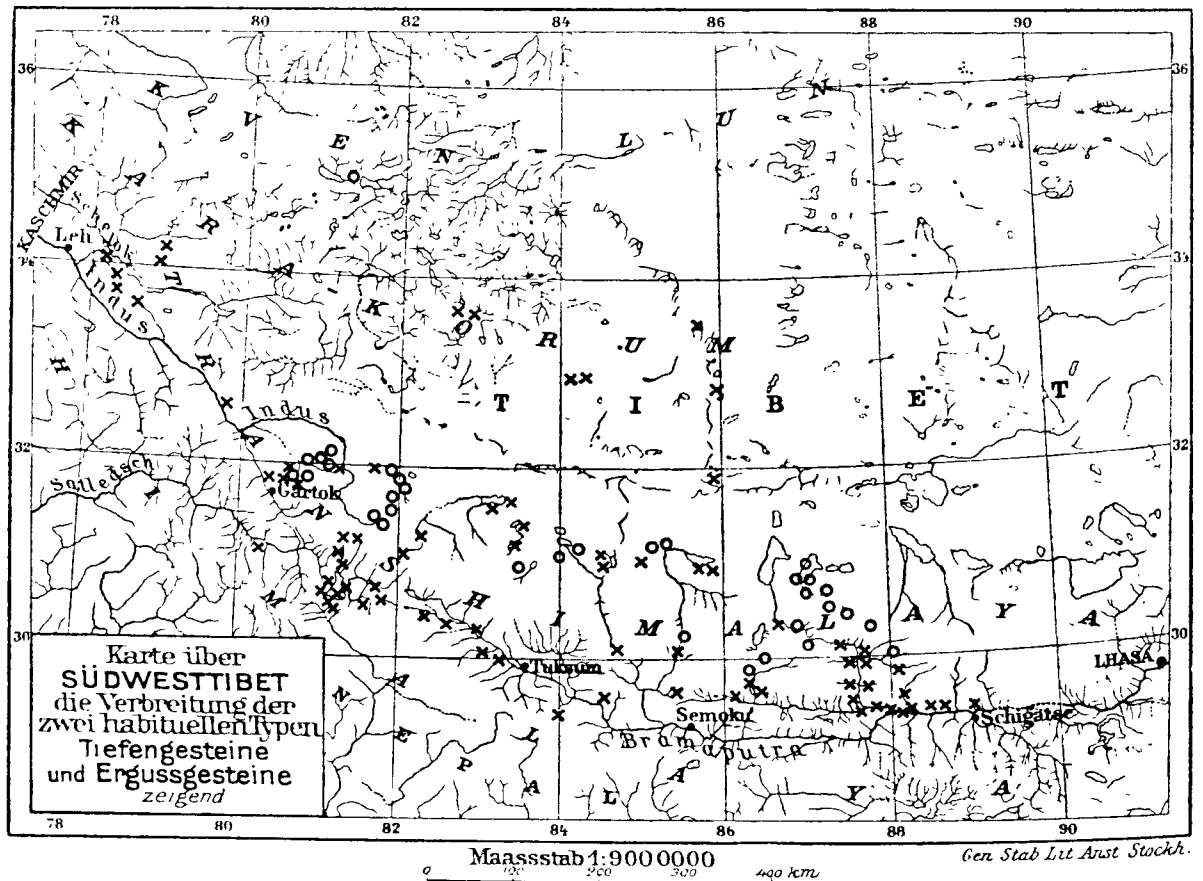


Fig. 5.

- | Granite, Granitporphyre, Granitaplite.
- < = | Quarzbiotitdiorite, Quarzaugitdiorite, Quarzdioritporphyrite.
- | Augitdiorite, Hypersthenaugitdiorite.
- | Gabbros, Diabase, Pyroxenite, Peridotite
- o = Liparite, Dacite, Andesite, Basalte.

Zuweilen zeigen die hiehergehörigen Gesteine deutliche Spuren einer mechanischen Zertrümmerung, wodurch sie eine schon makroskopisch wahrnehmbare, sandsteinähnliche Struktur bekommen, sowie spiegelnde Rutschflächen, die von einem Harnisch aus blauem, grünem bis schwarzem Serpentin überzogen sind.

## Sedimentgesteine.

### I. Mechanische Sedimente.

#### A. Konglomerate.

Die von Doktor HEDIN gesammelten Konglomeratproben sind alle auf Kosten mesozoischer oder tertiärer Gesteine gebildet worden. Einige derselben bestehen aus abgerollten Fragmenten eines braunroten Jaspis oder weissgrauen Quarzites. Die allermeisten aber enthalten dazu auch Gerölle von Turmalingranit, Granitporphyr, Dacit, Andesit, serpentinisiertem Peridotit etc., sind demnach posteocän.

Besonders erwähnenswert sind diese losen Konglomerate in horizontaler Lagerung, die keine Gebirgsfaltung mitgemacht haben, und die der pleistocänen Formation mit Säugetierresten angehören, die nach R. STRACHEY, LYDEKKER, GRIESBACH u. a. als mächtige, horizontale Lagen die mesozoischen und tertiären Bildungen Hundés' bedecken. Hieber gehören (439), (625), (648—650).

Gewisse Konglomerate können am besten als Verwitterungskonglomerate bezeichnet werden (896).

Ausser den schon erwähnten Konglomeraten gehören folgende Nummern hieber: (82), (155), (236), (321), (374), (485), (603—606), (707), (708), (714—720), (724), (725), (730), (775), (1081), (1083), (1084).

#### B. Sandsteine.

##### Posteocäne Sandsteine.

Grünlich graue bis grünlich gelbe, feste, zuweilen schwach quarzitisches Sandsteine ohne Spuren von Fossilien. Durch Verwitterung können die Sandsteine eine rote Farbe annehmen. Sie bestehen aus eckigen, unregelmässig geformten und nur ausnahmsweise etwas abgerundeten Splitterchen von Quarz, Mikrokin, Plagioklas, Glimmer, chloritischen Substanzen, Erzkörnern, Glaukonit, Turmalin, Zirkon, Serpentin etc. Die Feldspatkörner zeigen gewöhnlich eine teilweise oder vollständig durchgeführte Glimmerumwandlung. Zwischen diesen Mineralienkörnern sieht man andere Körner einer mikropegmatitischen, mikrogranitischen, mikrofelsitischen oder pilotaxitischen Masse, die gewöhnlich eine starke Umwandlung aufweist. Diese Mineralien- und Gesteinssplitter stammen offenbar aus den Verwitterungsresten der eocänen, hier oben beschriebenen Eruptivgesteine, und der Sandstein sollte folglich selber posteocän sein. Andere Gesteinsfragmente bestehen aus Kalkstein, phyllitischem Schiefer, braunrotem Jaspis etc.

Durch stetige Abnahme der Korngrösse gehen diese Sandsteine in Sandsteinschiefer über und diese ihrerseits in echte Tongesteine. Es kommt auch sehr oft vor, dass echte Sandsteine dünne Einlagerungen von feinkörnigeren Sandsteinschiefen hegen. Auf der anderen Seite gehen die gewöhnlichen Sandsteine durch Zuwachs der Korngrösse in grobkörnige Sandsteine oder Konglomerate über.

Die Konstituenten des Sandsteines werden sehr oft durch sekundär ausgeschiedenen Kalkspat cementiert. Zuweilen wird der Gehalt des Sandsteins an Calciumkarbonat so gross, dass das Gestein einen kalkreichen Sandstein oder sandigen Kalkstein bildet.

Hiergehörige Sandsteinvarietäten ähneln in hohem Grade dem von GRIESBACH<sup>1</sup> zwischen Nabgo und Dongpu in Hundés angetroffenen „grey sandstone of the pepper-and-salt colour common in the Siwaliks, in thin banks, divided by slaty portions of the same, and partings of gritty conglomerate. No fossils . . . They are unconformably overlaid and lost under masses of younger deposits near Dongpu . . . The sandstone, which cannot be older than miocene, has a rolling dip to North . . . Conglomerates, grits and soft friable sandstone and clays rest horizontally alike over this sandstone and the older beds below . . .“

Ohne das Alter dieser Sandsteine als miocän feststellen zu wollen, glaube ich jedoch, dass man sagen darf, dass dieselben posteruptiv, d. h. posteocän sind, dass sie lacustrine oder fluviatile Anhäufungen von Verwitterungsmaterial von den Graniten, Dioriten, Gabbros und Pyroxeniten sowie von den effusiven Äquivalenten dieser Gesteine her bilden, und dass ihre Bildung während der Zwischenzeit zwischen der eocänen Eruptionsperiode und dem pleistocänen Zeitabschnitt vor sich gegangen ist.

Die geographische Verbreitung dieser Sandsteinformationen ist, wie die geologische Übersichtskarte zeigt, eine sehr grosse. Sie kommen sowohl im Tschang-tschenmo und auf dem tibetanischen Hochplateau, wie auf dem Transhimalaya, im Brahmaputra-, Satledsch- und Industal vor.

Zu den schwach quarzitischen Sandsteinen oder Sandschiefern rechne ich: (20—23), (27—32), (38), (39), (72), (84), (99), (100), (138), (139), (363), (372), (408—412), (416?), (462—468), (470—474), (482—484), (493—495), (497), (498), (528—530), (603—606), (724), (725), (854), (878—881?), (884?), (911?), (916?), (988—992), (1021), (1042—1047), (1086), (1118).

Zu den kalzitreicheren Varietäten, sandigen Kalksteinen oder kalkhaltigen Sandsteinen gehören (42), (73), (74), (78), (106—110), (114), (156), (182), (404—406), (889), (890), (898), (979).

### Präeocäne Sandsteine oder Quarzite.

Weisse, weissgelbe oder graulich weisse, oft quarzitisches Sandsteine oder Quarzite, ohne Fossilien. Einige bestehen fast ausschliesslich aus Quarzkörnern mit vereinzelt Feldspatfragmenten; in anderen treten dazu noch authigene Turmalinkristalle und Glimmerblättchen, sowie Häute von Eisenhydroxyd. Diese Bestandteile werden durch sekundär ausgeschiedene Kieselsäure cementiert. Das Auftreten authigener Turmalinsäulchen deutet eine Kontaktmetamorphose seitens der eocänen Granite, Diorite etc. an. Das metamorphosierte Gestein sollte folglich präeocän sein.

Die Struktur ist selten die eines Sandsteins; gewöhnlich kann dieselbe als eine mehr oder weniger ausgeprägte Quarzitstruktur charakterisiert werden. Die Quarzkörner zeigen undulöse Auslöschung, Druckzwillinge, Aufberstung in verschieden orientierte Partien, Mörtelkränze, d. h. deutliche Spuren einer kataklastischen Einwirkung. Dabei können die Quarzkörner linsenförmig ausgewalzt werden; die Längsachsen derselben zeigen eine gegenseitig parallele Orientierung, wobei auch die feinstruierte Zwischenmasse durch ihre zu den Quarzlinsen parallele Anordnung eine Art Kristallisationsschieferigkeit hervorruft. Diese schieferigen, quarzitisches Sandsteine könnten als lepidoblastische Quarzite mit noch nachweisbarer blastopsammitischer Reliktstruktur bezeichnet werden. Es gibt auch Quarzite, deren Körner die verzahnte Struktur echter Quarzite zeigen, obwohl die Detritusränder der Quarzkörner die frühere abgerollte Form dieser sowie den sedimentären Ursprung des Gesteins verraten.

<sup>1</sup> Geology of the central Himalayas, Mem. Geol. Survey of India, Vol. 23, Calcutta 1891, S. 131.



Die Metamorphose der früheren Sandsteine ist somit sowohl als eine Kontakt- wie als eine Dynamometamorphose, eine Piëzokontaktmetamorphose, zu bezeichnen.

Durch Abnahme der Korngrösse gehen die Quarzite in Quarzitschiefer und diese in phyllitische Tonschiefer über.

Leider war es mir nicht möglich, eine genaue Altersbestimmung dieser Sandsteinsformationen direkt durchzuführen. Ich will jedoch nicht unerwähnt lassen, dass mehrere hiehergehörige Stufen einem von STOLICZKA<sup>1</sup> aus dem westlichen Himalaya beschriebenen Quarzit, der hier

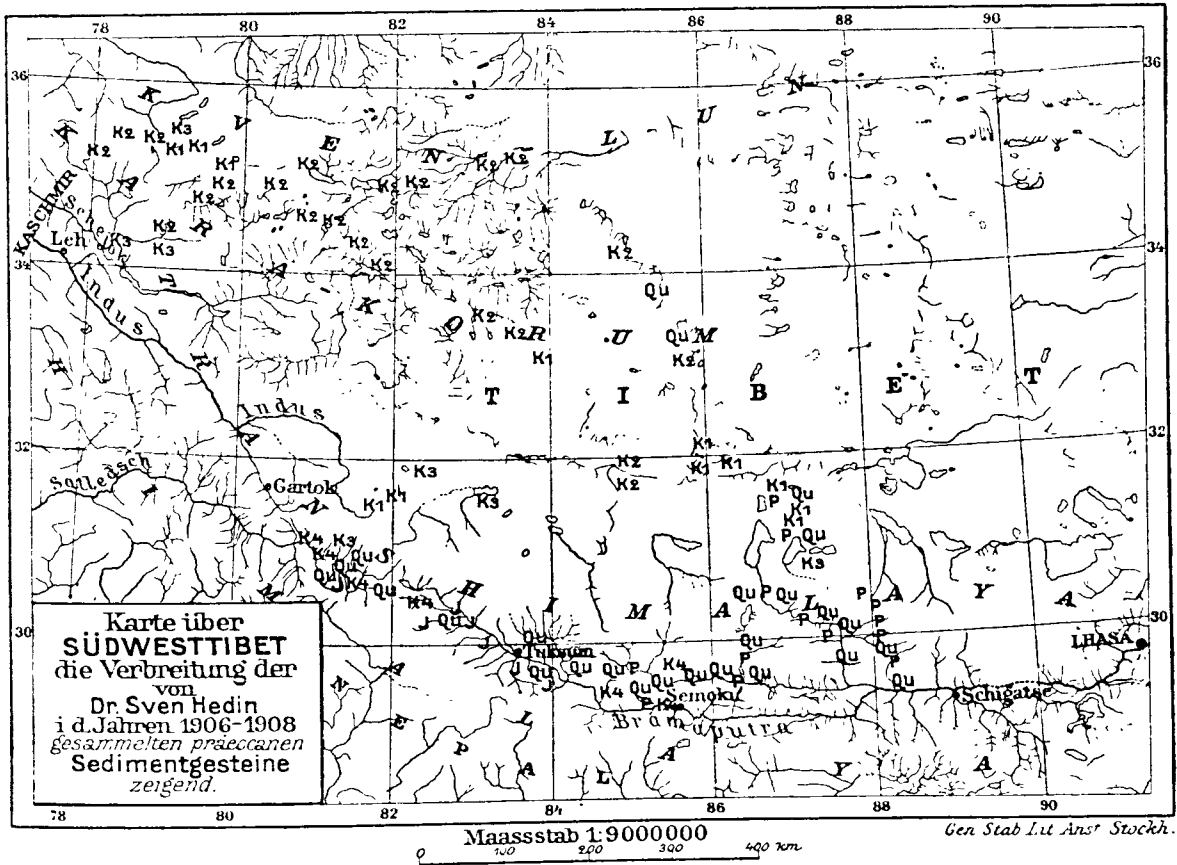


Fig. 6.

Qu. Quarzitischer Sandstein. P. Phyllitischer Schiefer. J. Jaspis. K 1. Kreidekalkstein. K 2. Dichter Kalkstein, z. T. vermutlich Kreidekalkstein. K 3. Kristallinischer Kalkstein. K 4. Kristallinischer Kalkschiefer.

dem jurassischen Spitischiefer aufrucht, zum Verwechseln ähnlich sind. Wenn diese petrographische Identität der erwähnten Formationen auch ihre geologische Gleichalterigkeit bewiese, sollten wenigstens gewisse Teile der hier als präecän beschriebenen Sandsteine spätjurassisch oder altcretaceisch sein. Auch mit dem von GRIESBACH<sup>2</sup> und v. KRAFFT<sup>3</sup> beschriebenen

<sup>1</sup> Geol. Sections across the Himalayan Mountains from Wangtu Bridge ... to Sungdo ... Mem. Geol. Survey of India, Vol. 5, Calcutta 1866, S. 113.

<sup>2</sup> Geology of the Central Himalayas. Mem. Geol. Survey of India, Vol. 23, Calcutta 1891, S. 80

<sup>3</sup> Exotic blocks of Malla Johar in the Bhot Mahals of Kumaon. Mem. Geol. Survey of India, Vol. 32, Part 3, Calcutta 1902, S. 134

Gieumal-Sandstein, in welchem Bänder eines roten Hornsteins vorkommen, zeigen einige Varietäten des betreffenden Sandsteins aus dem Transhimalaya grosse Ähnlichkeit. Dieser Sandstein wird als altcretaceisch gedeutet. Andere, die Mehrzahl hiehergehöriger Quarzite, sind petrographisch mit jurassischen Quarziten, die nach HAYDEN sich von Bhutan bis in die Gegend von Lhasa erstrecken, identisch.

Über die Verbreitung dieser Sandsteine gibt die Karte (Fig. 6) nähere Auskunft. Sie kommen hauptsächlich am Nord- und Südrande des Transhimalaya sowie im Brahmaputra-Tal vor.

Hierher rechne ich: (144), (145), (157), (164), (165), (171), (172), (206—208), (210), (212), (214), (218), (257), (261), (287), (311), (313), (320), (329), (331), (332), (344), (354), (356), (360), (367), (371), (387?), (393), (394), (396), (397), (398), (401?), (413), (414), (415), (418), (419—422), (424), (425), (442), (446), (448), (449), (451), (455), (456), (461), (475—478), (488), (490), (496), (499), (501), (507), (508), (510—513), (537), (540), (554), (555), (601), (608), (627—630), (634), (641—644), (647), (652), (662—666), (670—672), (704), (793), (922), (930), (931), (946), (963), (981—983), (1003—1005), (1007), (1016?), (1018?), (1033), (1035), (1094), (1097), (1099), (1101), (1104).

### C. Tongesteine.

#### Posteocäne Schiefer.

Schon bei der Erwähnung der posteocänen Sandsteine wurde bemerkt, dass diese in Schiefer übergehen und mit solchen wechsellagern. Diese Schiefer von grüner, grünlich grauer oder rotlich grauer Farbe bestehen aus denselben Bestandteilen wie die Sandsteine, nur dass jene winziger sind. Oft sind sie so reich an Kalziumkarbonat in der Form kleiner Kalkspatkrystalle, dass der Schiefer den Namen Kalkschiefer verdienen könnte.

Hierher gehören: (76), (77), (80), (81), (109), (127), (137), (141), (154), (409), (426—428), (908?), (912—914?), (918?), (1009), (1012), (1013), (1022), (1023).

#### Präeocäne, phyllitische Schiefer.

Echte Tonschiefer sind selten. Gewöhnlich hat der feinste Detritusschlamm eine recht deutliche Umwandlung erfahren und zeigt die zierlichen Fältelungen der seidenglänzenden Schieferungsflächen eines Phyllites oder Glanzschiefers. Die Spaltflächen des Gesteins folgen gewöhnlich dem Verschieferungsplan desselben.

Diese schon makroskopisch deutlich wahrnehmbare Veränderung, die von der Gebirgsfaltung hervorgerufen worden ist, äussert sich mikroskopisch als eine Umkristallisierung der ursprünglichen Bestandteile. Besonders wird das Gestein reich an winzigsten Glimmerschüppchen, derer planparallele Anordnung die Schieferung des Gesteins verstärkt und den seidenen Glanz der Schieferungsflächen hervorruft. In mehreren von diesen phyllitischen Schiefern häufen sich kleine authigene Turmalinkristalle von idiomorpher Begrenzung an, eine Zufuhr von Material von der die Schiefer durchsetzenden, eocänen Eruptivformation. Diese prätertiären, piezokontaktmetamorphen Schiefer ähneln vollständig den jurassischen, zusammen mit Quarziten (s. hier oben) der Provinz Ü vorkommenden phyllitischen Schiefern.<sup>1</sup>

Zu dieser Gruppe gehören: (215), (216), (217), (219), (220), (245—249), (251), (258), (285), (319), (322), (333), (337), (338), (348), (351), (353), (377), (390), (391), (400), (429), (430),

<sup>1</sup> HAYDEN, The Geology of the provinces of Tsang and Ü. Mem. Geol. Survey of India, Vol. 36, Part 2, Calcutta 1907.

(431), (433), (435—438), (443—445), (450), (463), (464), (790), (919), (920), (924), (927), (938), (939), (951—954), (957), (964—972), (984), (985), (987), (1000—1002?), (1008), (1010), (1106), (1110), (1123), (1125—1127), (1129).

In einigen von diesen Stufen ist der Gehalt an Kalzit so bedeutend, dass sie einen Übergang zu Kalkschiefern und schieferigen Kalksteinen vermitteln.

Diese präcocänen Schiefer haben dieselbe Verbreitung wie die hier oben erwähnten präcocänen Quarzite.

## II. Biogene Sedimente.

### A. Kieselgesteine.

#### 1. Braunroter oder grünlich grauer Hornstein (Jaspis).

Das Gestein zeigt das dieser Gesteinsfamilie eigene Aussehen und hegt oft noch nachweisbare, aber schlecht erhaltene Spuren von Radiolarien. Einige Varietäten bestehen fast ausschliesslich aus Radiolarienresten, die sich jedoch einer spezifischen Bestimmung entziehen. Ohne damit das Alter des Hornsteines fixieren zu können, möchte ich jedoch bemerken, dass z. B. dessen braunrote Varietät einem Hornstein, der Einlagerungen in den auf dem jurassischen Spitschiefer lagernden Quarziten bildet, sehr ähnlich ist (cf. S. 174).

Zu den Hornsteinen sind zu rechnen: (347), (469), (471?), (489), (496), (499), (500), (502), (505), (509), (517), (518), (521), (526), (527), (534), (621), (690), (696), (796), (1113), (1115—1117).

Die Verbreitung der Hornsteine folgt derjenigen der präcocänen Quarzite und Schiefer.

#### 2. Feuerstein

von gelber Farbe; (111), (131).

### B. Karbonatgesteine.

#### 1. Kalksteine.

Dichte Kalksteine, aus einem feinen Kalzitmehl bestehend und mit teilweise erhaltener Primärstruktur, sind nicht selten auf dem tibetanischen Hochplateau. In einigen von diesen sind bestimmbare Fossilien angetroffen worden, *Praeradiolites Hedini* DOUV., *Choffatella n. sp.*, *Orbitolina conulus* DOUV., *Orbitolina cf. discoidea*, *Orbitolina bulgarica*, *Orbitolina subconcaua*, was beweist, dass die betreffenden Kalksteine dem Cenoman, dem Albien und dem oberen Barrémien zuzurechnen sind. Fossilienführend sind: (37), (40), (41), (43—62), (63), (185—188), (190—195), (197), (198—204), (209), (211), (213), (760), (761), (777), (885—888). Diese Kreideablagerungen kommen auf dem tibetanischen Hochplateau und auf dem Transhimalaya vor, nicht aber im Brahmaputra- oder Satledschthal.

Andere dichte Kalksteine ohne nachweisbare Fossilien repräsentieren vielleicht teilweise das Kreidesystem, zeigen aber auch andere petrographische Charaktere als diese. Die Abwesenheit von Fossilien erklärt sich wenigstens in mehreren Fällen durch die halbkristallinische Struktur der Gesteine. Hieher gehören: (19), (33—36), (66), (69), (79), (85), (87), (89—91), (93—98), (101—105), (119), (122—126), (159—161), (173—179), (593), (597), (598), (721), (731), (876), (877), (891), (894), (897), (899—907), (928), (932—934), (948—950), (1087—1092), (1098).

Die zuletzt erwähnten, teilweise umkristallisierten Kalksteine vermitteln den Übergang zu den rein kristallinisch-körnigen Varietäten, (7), (8), (9), (18), (231), (330), (592), (705), (706), (791), (792), (846—851), (882), (883), (909), (910), (1105), (1107—1109), (1124), (1130—1132), (1134).

Eine andere Varietät bildet der schieferige Kalkstein, der sich aus kleinen langgestreckten Kalkspatkriställchen zusammensetzt. Die Längsachsen der verschiedenen Individuen haben alle dieselbe Richtung, wodurch der Kalkstein eine gestreckt schieferige Textur bekommt. Ab und zu treten idiomorphe Turmalinkristalle von gewöhnlicher Säulenform auf. Im Kalkstein erscheinen oft schieferige, von Glimmerschüppchen und Erzstaub gebildete Zwischenlagen mit feiner Fältelung. Diese präecänen Kalksteine stimmen petrographisch vollständig mit den Kalkschiefern aus Phari überein ebenso wie mit den Kalkschiefern aus Gyantse, welche nach HAYDEN<sup>1</sup> dem Jurasystem zuzurechnen sind. Hierher gehören: (532), (535), (544—546), (572—577), (626), (631—633), (636—640), (645), (651), (673—685), (738—740), (1107—1109), (1119—1121). Diese Gesteine sind an das obere Brahmaputra- und Satledschthal gebunden.

## 2. Magnesit.

Dolomitische bis magnesitische Nebenprodukte der Serpentinisierung von Peridotit und Pyroxenit finden sich südlich vom Kailas.

## III. Chemische Sedimente.

Hierher gehören die *Kalksinter*absetzungen: (24), (25), (177), (205), (209), (211), (345), (410) (452), (479), (687), (762), und *Gips*ausscheidungen: (92), (118), (152), (153).

## Kristallinische Schiefer.

### 1. Gneissgranite.

Schon hier oben bei der Besprechung der Granite wurde hervorgehoben, dass ihre primäre Struktur die eines gewöhnlichen, mittelkörnigen, schwach porphyritartigen Granites ist. Nur das mochte noch verdienen hervorgehoben zu werden, dass sowohl die Feldspate, besonders natürlich der Plagioklas, wie auch der Quarz eine ausgeprägte Tendenz zu selbständiger Begrenzung zeigen, aber auch dass die primäre Struktur nur selten erhalten ist, und dass die Granite mit primär richtungsloser Struktur in parallelstruierte Gneissgranite übergehen. Wenn von einem Fundorte mehrere Granitproben vorliegen, sind gewöhnlich einige derselben massige Granite, andere dagegen parallelstruierte bis flasrige Gneissgranite, bestehend aus hellen, streifen- oder linsenförmigen Partien von Quarz und Feldspat abwechselnd mit dunkleren Streifen, die aus Biotit, Eisenerz, Hornblende etc. bestehen.

Unter dem Mikroskop sieht man sofort, dass die Gneissgranite aus echten Graniten durch Umwandlung derselben entstanden sind, und dass die Umwandlung als eine Dynamometamorphose charakterisiert werden muss. — Die schwächsten Spuren einer solchen sind undulöse Auslöschung des Quarzes, Biegung des Plagioklases, Gitterstruktur der peripherischen Partien des Orthoklases, Aufblätterung des Glimmers etc. — Bei etwas stärkerer Kataklyse ist der Quarz in optisch verschieden orientierte Partien zersprungen, ohne dass Sprünge zwischen den verschiedenen Partien im gewöhnlichen Licht zu beobachten sind. — Nach einer noch stärkeren

<sup>1</sup> Geology of the provinces Tsang and U. Mem. Geol. Survey of India, Vol. 36, Part. 2, Calcutta 1907, S. 38.

Pressung kommt die bekannte Mörtelstruktur zum Vorschein, oder die granitische Struktur wird ganz verwischt, und dem Gestein wird die granoblastische Pflasterstruktur aufgedrückt. Auch bei so bedeutender mechanischer Umgestaltung sind indessen die Veränderungen des Mineralbestandes durch chemische Umwandlungen sehr unbedeutend und beschränken sich auf Neubildungen von Glimmer, von Plagioklas in myrmekitischer Verwachsung mit Quarzstengeln, von Quarz und (sehr selten) Granat. Die Schieferung wird durch die planparallele Anordnung der Glimmerblättchen sowie durch die Ansammlung derselben zu unter sich parallelen Streifen hervorgerufen.

Aus dem Gesagten scheint hervorzugehen, dass die Metamorphose der Granite zu Gneissgraniten in der oberen Zone oder in den oberen Teilen der mittleren Zone erfolgte.

Die Verbreitung der Gneissgranite fällt mit derjenigen der entsprechenden Granitspezies zusammen. An jedem Fundorte, von welchem mehrere Granitstufen in der HEDIN'schen Sammlung vorliegen, gibt es sowohl schwächer wie deutlicher gestreifte Varietäten.

## 2. Hornblendegneisse.

Schon aus der Erwähnung der Diorite (S. 152, 160) geht hervor, dass diese Gesteine äusserst selten ihren primären Charakter beibehalten haben, sondern dass wenigstens teilweise sowohl ihre ursprüngliche Struktur wie ihre Mineralzusammensetzung unter dem Einfluss einer Dynamometamorphose verloren gegangen ist.

Die in dieser Weise entstandenen Gesteine setzen sich aus *Plagioklas* (basischem *Oligoklas* oder saurem *Andesin*) und grüner *Hornblende*, sowie titanhaltigem *Magnetit*, *Titanit* und *Apatit* zusammen. Der *Plagioklas* bildet gewöhnlich leisten- oder tafelförmige Individuen, an denen man zuweilen Biegungen, Knickungen oder sonstige kataklastische Erscheinungen wahrnehmen kann. Die Leisten und Tafeln sind als Relikten der ursprünglichen Plagioklase des Muttergesteins anzusehen. Zuweilen sind dieselben zu unregelmässigen Körnern zertrümmert worden. Zwischen den Plagioklasen sieht man eine feinkörnige, granoblastische Masse von grünen resp. gelben *Hornblendekörnern* oder -stengeln, braunen resp. gelben *Biotitschuppen* und kleinen farblosen Körnern, die teils aus *Albit*, teils aus *Quarz* bestehen. Innerhalb der grösseren Zusammenballungen von Hornblendeindividuen liegt oft ein farbloser bis schwach grünlicher monokliner *Pyroxen*, der nach aussen ohne Grenze in kompakte Hornblende übergeht. Man darf ohne Zweifel annehmen, dass der ganze Hornblendegehalt des Gesteins durch Amphibolisierung des ursprünglichen Pyroxens entstanden ist.

Das jetzige Amphibolgestein ist folglich ein granoblastischer bis porphyroblastischer Hornblendegneiss mit Relikten der Andesinleisten des Muttergesteins und mit kümmerlichen Resten des Pyroxens desselben. Seine Textur wird durch die Streckung und Parallelanordnung der Hornblendeindividuen eine schwach ausgeprägte Kristallisationsschieferung.

Die kataklastischen Erscheinungen sind sehr selten; dagegen spielen Mineralneubildungen infolge molekularer Umlagerungen innerhalb der Gesteinsmasse eine dominierende Rolle. Allem nach scheint die Metamorphose in der mittleren Zone stattgefunden zu haben.

Diese aus Dioritgesteinen hervorgegangenen Mesohornblendegneisse, zu denen (281), (306), (519), (542), (745) zu rechnen sind, kommen im Brahmaputratäl vor, sowohl am Südrand des Transhimalaya wie am Nordrand des Himalaya (Kubi-gangri). Schon hier oben (S. 55, 82) wurde hervorgehoben, dass identische Gesteine von HAYDEN in der Nähe von Nangkartse, Nethang etc. gefunden worden sind, Intrusionsgänge in den Juraschiefern des östlichen Brahmaputratäles bildend. Die von Doktor HEDIN mitgebrachten Stufen derselben Formation stam-

men aus dem Brahmaputratäl gleich nordwestlich von Schigatse, südlich von Nahtschak und aus der Umgebung der Quelle des Brahmaputra, sowie aus der Gegend nördlich vom Rakastäl. Es wurde hier oben (S. 160) erwähnt, dass sowohl diese amphibolisierten Gesteine wie ihre pyroxenführenden Muttergesteine als jungeocän angesehen werden. Aus den kurzen geographischen Notizen hier oben geht hervor, dass diese jungeocäne dioritische Gangformation sowohl in den östlichen wie in den westlichen Teilen der Talniederung zwischen dem Transhimalaya und Himalaya auftritt.

### 3. Pyroxenamphibolit.

Eine granoblastische Mischung von gewöhnlichem oder omphacitartigem *Augit*, *Hypersthen* oder aus diesen hervorgegangener *Hornblende*, sowie von *Andesin* und *Labradorit*. Eine Reliktenstruktur ist deutlich wahrnehmbar, indem man ab und zu sieht, dass die nunmehr kurzen Plagioklasindividuen aus lang leistenförmigen hervorgegangen sind. Das Muttergestein scheint ein ophitstruierter Hypersthenaugitdiorit oder -diabas gewesen zu sein.

Hierher gehören die Stufen (524), (525). Das Gestein ist in der Talniederung südlich vom Transhimalaya, wo der Kubi-tsanpo, Tschema-jundung und Marium-tschung zusammenfließen, gefunden worden.

### 4. Albitamphibolit und Chloritglaukophanalbitschiefer.

Diese auf der tibetanischen Hochebene entblösten Gesteine sind im Kapitel I hier oben unter den Nummern (163) resp. (146—147) beschrieben worden.

### 5. Leptite.

Graue, dichte bis feinkörnige, schieferige Gesteine, die aus *Quarz*, *Biotit*, *Orthoklas*, *Ers*-partikelchen sowie vereinzelt *Granaten* und zuweilen auch *Turmalinkristallen* bestehen.

Die *Quarz*- und *Orthoklas*individuen sind von derselben Grosse, in einander mit gezahnten Rändern greifend, eine alliotriomorphe Masse bildend. — Die gelben resp. braunen *Biotit*-blättchen liegen so orientiert, dass ihre längsten Achsen dieselbe Richtung innehaben. — Die *Granate* sind schwach hellrot. — Die *Turmaline* bilden authigene, nadelförmige Kristalle mit regelmässiger Begrenzung; c = farblos, a = tiefblau.

Die Struktur ist lepidoblastisch, schwach porphyroblastisch mit zuweilen sehr schön ausgebildeter Kristallisationsschieferung.

Der Gehalt an authigenem Turmalin deutet auf pneumatolytische Prozesse oder Kontaktmetamorphose, die Schieferung auf Dynamometamorphose als Ursache der Umwandlung des Muttergesteins in den jetzigen Leptit; man könnte vielleicht den Umwandlungsvorgang als eine Piezokontaktmetamorphose (WEINSCHENK) bezeichnen, für welche Annahme auch der Reichtum an Glimmer und die Abwesenheit eigentlicher Kontaktminerale spricht. Ohne chemische Analyse des Leptits ist es natürlich schwer, die Natur des Muttergesteins desselben zu bestimmen. Der allgemeine Habitus des metamorphosierten Gesteins spricht indessen sehr für die Annahme, dass es sich hier um ein prägranitisches, d. h. präocänes, sandig-toniges Sediment handelt, das bei der Gebirgsfaltung in Zusammenhang mit Graniteruptionen umgewandelt wurde.

Zu den Leptiten sind zu rechnen: (1), (2), (5), (6), (10). Diese Stufen kommen im nord-westlichen Transhimalaya zwischen Tankse und Marglik vor, wechsellagernd mit zum Teil schieferigen, kristallinisch körnigen Kalksteinen. Auch ihre Wechsellagerung mit Kalksteinen spricht für die Richtigkeit der Annahme, dass die Leptite als metamorphosierte Sedimente angesehen werden dürfen.

#### **6. Quarzite.**

Siehe oben, S. 172.

#### **7. Phyllitische Schiefer.**

Siehe oben, S. 174.

### **Vulkanische Tuffe.**

Mehr oder weniger stark veränderte und verfestigte Tuffe kommen zusammen mit den dacitischen und andesitischen Laven sowohl im westlichen wie im östlichen Transhimalaya vor. Als solche sind zu nennen: (240), (748), (797), (827), (1024).

### III. Geologische Profile.

Bei der Wahl geologischer Profillinien habe ich mich auf solche beschränken müssen, längs welchen teils genaue Höhenkurven mit einiger Sicherheit konstruiert werden können, teils die Fundorte für die heimgebrachten Gesteinsproben einander ziemlich nahe liegen, teils endlich Beobachtungen betreffs des Streichens und Fallens in einigermaßen hinreichender Menge vorliegen. In Anbetracht dessen und um der Gefahr allzu freier Konstruktionen beim Ausarbeiten der Profile zu entgehen, habe ich hier sieben Profile berücksichtigt, so detailliert wie der Längensmassstab 1 : 200,000 och 1 : 50,000 es erlaubte.

1. Längs dem Westufer des Manasarovar (Fig. 7).
2. Zwischen Sara-kla im SO. und Nagor im NW. (Fig. 8).
3. Vom Bramaputra (Lager 168) über den Teleb-la und Gjägång-la bis zum Lager 400 im Kantschung-gangri (Fig. 9).
4. Vom Lager 396 im S. bis zum Passe Gäbuk-la im N. (Fig. 10).
5. Von Laan (Lager 96) im S. bis Tomo-schapko (Lager 94) im N. (Fig. 11).
6. Von Kjam (Lager 156) im S. bis Angdjum (Lager 155) im N. (Fig. 12).
7. Von Tugu-lhamo am Bogtsang-tsanpo im S. über Lhungnak bis zum Lager 78 im N. (Fig. 13).

Hinzugefügt werden acht Querprofile in kleinerem Maassstabe, 1 : 1,000,000 oder 1 : 1,250,000.

8. Vom Gurla-Mandatta im S. über den Kailas, die Quellen des Indus' bis zum Gjekung im NO. (Fig. 14).
9. Von Gartok im WSW. über die Pässe Djukti-la, Dätse-la nach Gjekung im ONO. (Fig. 15).
10. Vom Nganglaring-tso im NW. zum Passe Sur-la im SO. und vom Sur-la im SW. bis zum Tarok-tso im NO. (Fig. 16).
11. Vom Lager 169 am Bramaputra über Bupto und Merkesong bis zum Tong-tso im N. (Fig. 17).
12. Vom Lager 168 am Bramaputra über den Sangmobertikla und den Terinam-tso zum Lager 78, n. von Lhungnak, im N. (Fig. 18).
13. Vom Lager 159 am Raga-tsanpo im S. über den Angdjum-la, Schuru-tso und Ngangsi-tso zu Tomo-schapko im N. (Fig. 19).
14. Vom Kloster Njuntju-gumpa am Brahmaputra im S. über den Dangbä-la, Sela-la und Laan-la bis Tomo-schapko im N. (Fig. 20).
15. Von Lingo am Dok-tschu im S. über Langmar bis Kapschar im N. (Fig. 21).

#### 1. Längs dem Westufer des Manasarovar (Fig. 7).

Das Profil (Fig. 7) erstreckt sich von SSW.—NNO. über eine Strecke von ungefähr 10 Kilometer Länge. Innerhalb der südlichen Hälfte desselben ist das Fallen S. oder S. 10—40° W., in seiner nördlichen N. oder N. 10—20° O. Die Schichtenreihe bildet demnach hier eine deutliche Antiklinale mit dem Mittelrücken am Ganga (dem Kloster Tschiu-gumpa). Der Strei-

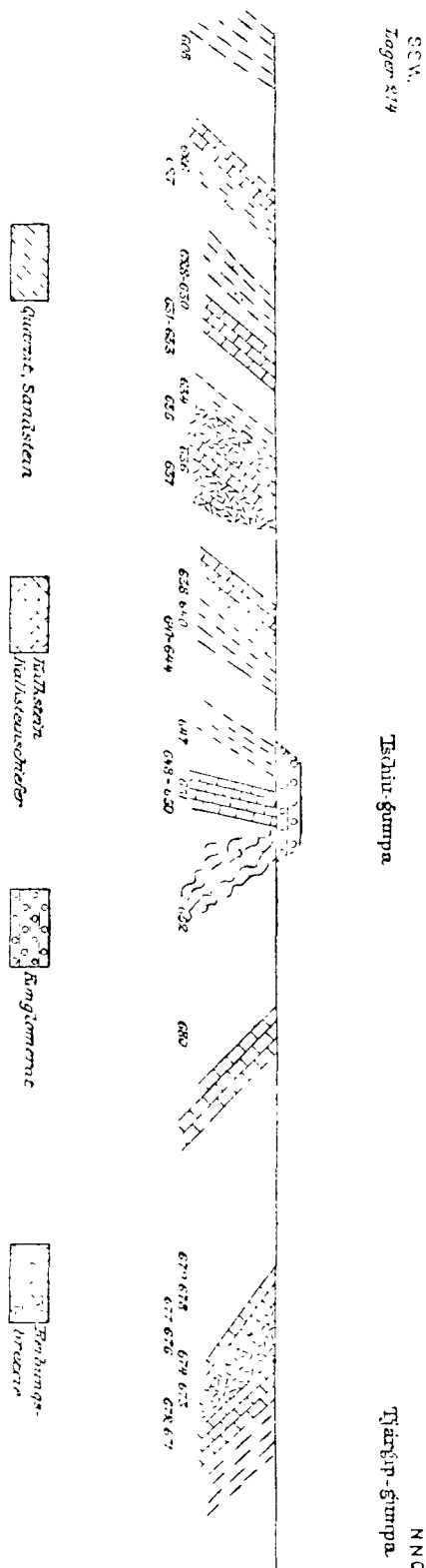


chungswinkel variiert jedoch innerhalb verschiedener Teile der Flügel: innerhalb des südlichen 32—55°, innerhalb des nördlichen 10—40°. Da hierzu kommt, dass dieselben Gesteinstypen zu wiederholten Malen nicht nur in den beiden Flügeln, verglichen mit einander, sondern auch innerhalb jedes Flügels für sich wiederkehren, sowie dass die Schichten, den vorliegenden Stufen nach zu urteilen, gefaltet und gefaltet sind, so darf man annehmen, dass die Flügel innerhalb der Antiklinale nicht eine ununterbrochene Überlagerung mit den ältesten Schichten in der Mitte und den jüngsten weitest nach S. und nach N. hin zeigen, sondern eher abradierte Faltungszonen mit liegender Falten, die von der Achse der Antiklinale aus abfallen, bilden. Das Vorkommen gewisser breccienartigen Bildungen innerhalb der Faltungszonen deutet übrigens an, dass die Falten in gewissen Fällen zu wirklichen Quetschzonen zusammengepresst worden sind.

Die Gesteine bestehen aus braunen, quarzitischen Sandsteinen, rötlichen oder grauen, gestreckten Quarziten mit Sericitausscheidungen oder phyllitischen, dünnen Zwischenlagen sowie gelblich grauen, dünn-schieferigen Kalksteinen mit ausgesprochen schieferiger Textur. Ursprünglich toniges Sand- oder Kalksediment ist demnach durch metamorphische Prozesse in kristallinische Quarzite, Schiefer und Kalksteine mit ausgesprochener Kristallisationsschieferigkeit umgewandelt worden. Sowohl diese Textur als auch die Fältelung bzw. Faltung der Gesteinsschichten beweist, dass die Metamorphose in letzter Linie eine Dynamometamorphose ist, hervorgerufen durch Gebirgskettenfaltung. Indessen fehlt es auch nicht an Spuren einer Kontaktmetamorphose seitens der in der Gegend auftretenden späteozänen Eruptionsmassen (Granite, Peridotite und Diabase), und die Gesteinsserie selbst erscheint aus piezokontaktmetamorphosierten, präeocänen, vermutlich jurassischen oder altcretaceischen (S. 99, 173) Sandsteinen, Schiefern und Kalksteinen gebildet.

Eine bestimmte Altersfolge zwischen den verschiedenen Formationen anzugeben ist mir nicht möglich, wenn ich es auch für wahrscheinlich halten möchte, dass der untere Teil der Serie aus rötlich-grauen Quarziten und Phylliten, oben in Wechsellagerung mit kristallinischem Kalksteinschiefer, besteht, und dass die obersten Partien derselben sich aus rostbraunen-dunkelgrauen, quarzitischen Sandsteinen zusammensetzen.

Fig. 7. Profil langs dem Westufer des Manasrovar; 1 : 50,000.



Auf diese gefaltete Serie folgen, z. B. nahe der Brücke bei Tschu-gumpa, horizontal liegende Schichten von Konglomeraten und lockerem Sandstein, die, teilweise auf Kosten der späteocänen Eruptivformation der Gegend gebildet, nicht an der während der Tertiärzeit stattfindenden Gebirgskettenfaltung des Transhimalaya-Himalaya teilgenommen haben und demnach jünger sind als diese. Die Ablagerungen bilden ganz sicher Teile der mächtigen, die tertiären oder mesozoischen Bildungen von Hundés bedeckenden, horizontal liegenden Formation, die, bereits von R. STRACHEY<sup>1</sup> beschrieben, als den Siwaliks zugehörig angesehen worden ist. LYDEKKER<sup>2</sup> hält jedoch die Formation für pleistocän oder jedenfalls nicht älter als oberpliocän. Dieser Ansicht schliesst sich auch GRIESBACH<sup>3</sup> an. OLDHAM<sup>4</sup> betrachtet diese subrezente Bildung als wenigstens teilweise lakustrin, und HAYDEN<sup>5</sup> lässt sie auf seiner geologischen Karte zwei grosse Gebiete von Ngari-korsum bedecken: von der Gegend östlich und nördlich vom Manasarovar an bis vorbei an Tirtapuri im NW. sowie von der Gegend südlich des Gurla-Mandata in nordwestlicher Richtung bis hinauf zu Chaku, nordl. von 32° n. Br.

## 2. Zwischen Sara-hla. n. vom Kore-la im SO. und dem Lager 186 im NW. (Fig. 8).

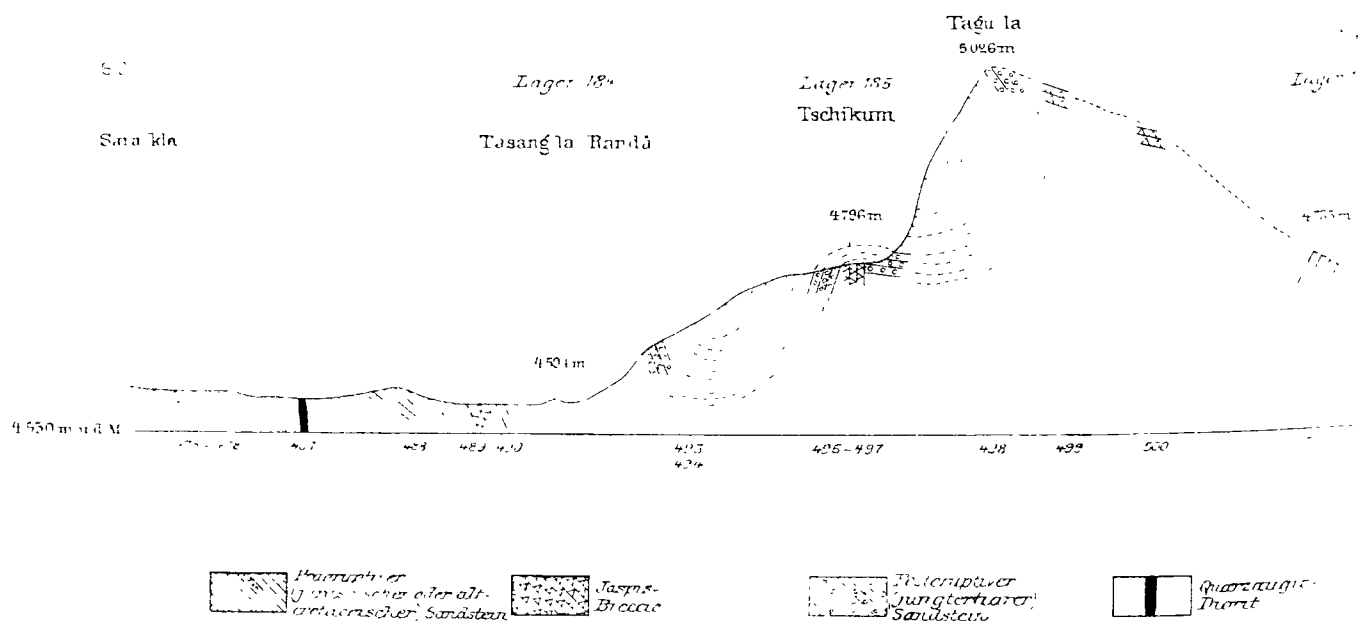


Fig. 8. Profil zwischen Sara-hla im SO. und Nagor im NW. Länge 1:200,000. Höhe 1:10,000.

Das Profil (Fig. 8) erstreckt sich vom Ngurkung-la und Sara-kla aus in nordwestlicher Richtung über ein Sumpfland sowie über den Tschasang-la und Tschikun nach Nagor zu hin, eine Strecke von ungefähr 33 Kilometer Länge umfassend.

<sup>1</sup> Quart. Journ. Geol. Society, Vol. 7, London 1851.

<sup>2</sup> Observ. on the ossiferous beds of Hundes in Thibet, Records Geol. Survey of India, Vol. 14, Calcutta 1870, S. 181.

<sup>3</sup> Geology of the Central Himalayas, Memoirs Geol. Survey of India, Vol. 23, Calcutta 1891, S. 86.

<sup>4</sup> Geology of India, 2. Aufl., Calcutta 1893, S. 422.

<sup>5</sup> Geography and Geology of the Himalaya Mountains and Tibet, Part 4, Calcutta 1908, Taf. 50.

Ganz im SO., innerhalb der niedrigeren Teile des Profils trifft man gelbliche Sandsteine, (475—478), (488) und (490), an, petrographisch identisch mit gewissen innerhalb des östlichen Himalayas anstehenden Sandsteinen jurassischen Alters, durchsetzt von gangformig auftretendem Quarzaußgitterdiorit, letzterer identisch mit den von HAYDEN von Nangkartse und anderen Lokalitäten im östlichen Himalaya beschriebenen dioritischen Ganggesteinen, die, wie der genannte Verfasser vermutet, dem jüngeren Eocan angehören. Zusammen mit dem Sandstein kommt ein gelber Kieselchiefer mit Radiolarien (489) vor, der somit als eine jurassische oder altcretaeische Bildung angesehen werden könnte. Das allgemeine Fallen dieser Jura-(Kreide?)-Ablagerungen ist nordwestlich.

Auf höheren Niveaus steht ein glaukonitführender, auf Kosten der späteozänen Eruptivgesteine der Gegend gebildeter Sandstein an, mutmasslich (S. 172) jungtertiären Alters (493—495), (497), (498), sowie eine Kieselchieferbreccie (496), (499), (500), deren Kontakt mit den umgebenden Sandsteinen jedoch nicht blossgelegt ist. Das wechselnde Fallen dieser Sandsteine deutet Faltungen hierhergehöriger Ablagerungen an. Vielleicht haben auch die Kieselchiefer, die z. T. aus denselben Radiolarien wie (489) bestehen und folglich ebenso wie dieser dem Jura-(Kreide?)-system angehören sollten, diese Faltungen mitgemacht, Quetschungszone der selben bildend.

### 3. Vom Lager 168 am Brahmaputra bis zum Lager 400 im Kantschung-gangri (Fig. 9).

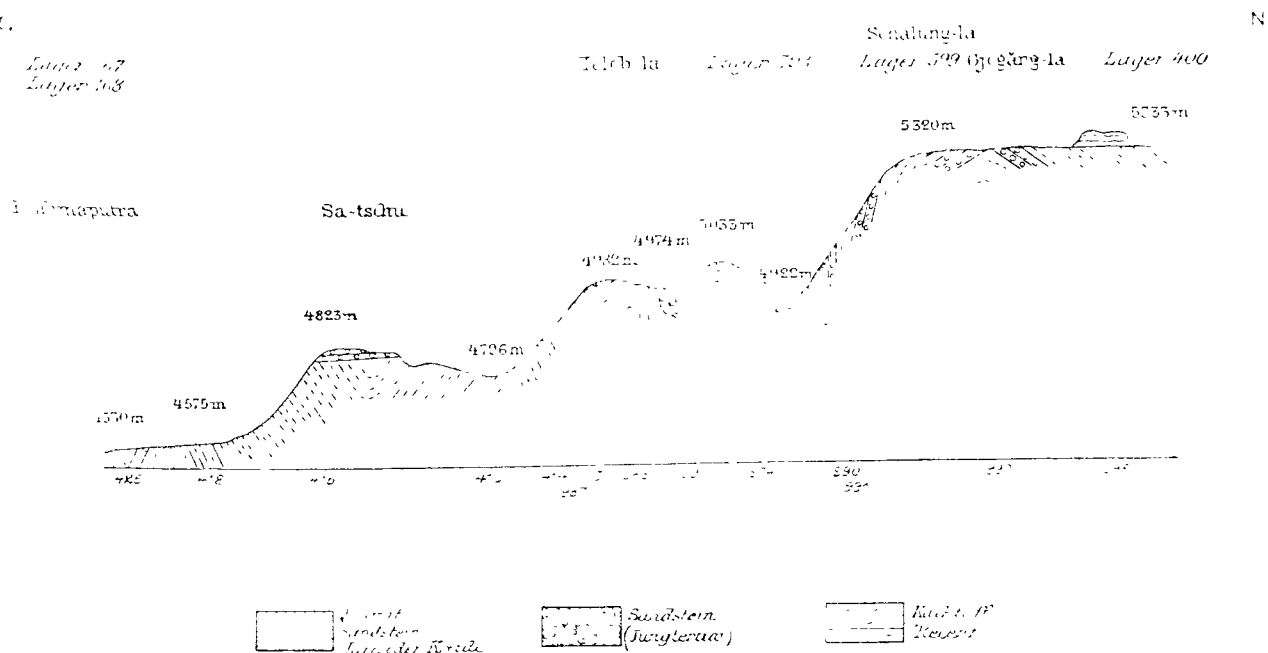


Fig. 9 Profil vom Brahmaputra (Lager 168) im S. über den Teleb-la und Gjagong-la bis zum Lager 400 im N.  
Länge 1:400,000. Höhe 2:20,000

Die Länge des Profils (Fig. 9) vom Brahmaputra bis zum Lager 400 beträgt ungefähr 55 Kilometer; der Niveauunterschied zwischen seinem niedrigsten Punkt im S. und seinem höchsten im N. ist ungefähr 800 m.

Innerhalb der niedrigsten Partien des Profilgebiets und hinauf bis etwa 4,800 m ü. d. M. stehen mehr oder weniger quarzitische, bisweilen kalkhaltige Sandsteine oder Quarzite mit blastopsammitischer Reliktstruktur an. Die Metamorphose lässt sich in vielen Fällen mit grosser Bestimmtheit als eine Piëzokontaktmetamorphose charakterisiert werden; das umgewandelte Sediment bestand aus ziemlich reinem, bisweilen (421) etwas tonigem oder kalkhaltigem (419, 420) Quarzsandstein. Das Gestein kann (S. 69, 173) als dem jüngsten Jura oder der ältesten Kreide angehörig angesehen werden. Das Fallen ist nordöstlich oder südwestlich; der Fallwinkel variiert (20–73°). Die Serie hat sichtlich an den Gebirgskettenfaltungen des Gebiets teilgenommen.

Diskordant auf dieser Serie ruht innerhalb höher als 4,800 m ü. d. M. gelegener Gebiete eine Serie grünlich grauer Sandsteine und Konglomerate, die auf Kosten der späteocänen Eruptivformation des Gebiets gebildet und demnach selbst posteocän, vermutlich jungtertiär (S. 172) sind. Ihr Fallen und Streichen variiert stark auch innerhalb nahe an einander gelegener Fundorte; d. h. auch diese jungtertiäre Serie ist von Faltungsprozessen stark beeinflusst worden.

An der heissen Quelle 1.6 Kilometer südlich des Lager 400 hat sich ein bräunlich grauer Kalktuff abgesetzt.

#### 4. Vom Lager 396 im S. bis zum Passe Gäbuk-la im N. (Fig. 10).

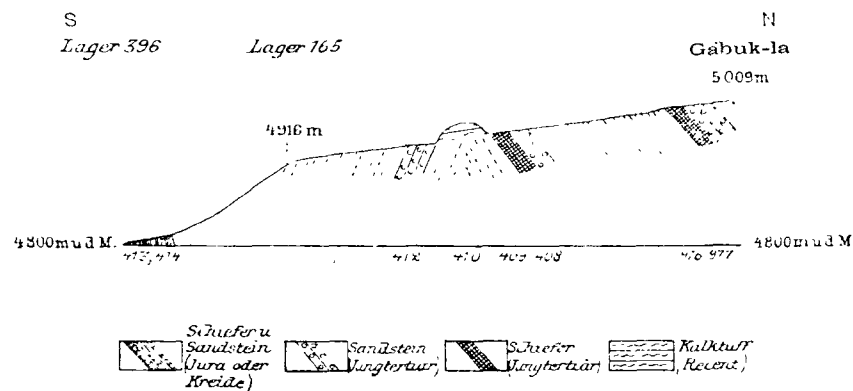


Fig. 10. Profil vom Lager 396 im S. bis zum Passe Gäbuk-la im N. Länge 1 : 200,00, Höhe 1 : 100,000.

In einem Niveau ungefähr 4,800 m ü. d. M. abwechselnd Schichten von schwach metamorphen, grauen Schiefen und Sandsteinen jurassischen oder cretaceischen Alters. Das Fallen 66° gegen N.

In höheren Niveaus grüngraue Sandsteine mit Schieferschichten, gebildet auf Kosten der späteocänen Eruptivformation der Gegend und daher posteocänen, vermutlich jungtertiären Alters.

Nordöstlich des Lagers 165, am Fusse des Kangling-tsaigha, findet sich ein sandiger, aus den vor kurzem zerstörten heissen Quellen abgesetzter Kalksinter.

### 5. Von Laän (Lager 96) im S. bis Tomo-schapko im N. (Fig. 11).

Zu unterst, ganz im S., dunkelgraue, dünnsschichtige, phyllitische Tonschiefer; die Schichtflächen sind feingekräuselt, mit schwachem Seidenglanz. Das Gestein stimmt vollständig überein mit von HAYDEN im östlichen Himalaya im Jahre 1903 gefundenen Phylliten jurassischen Alters (S. 27). In Wechsellagerung mit diesen und schliesslich sie überlagernd sieht man grünlich graue, sandige Schiefer. Auf diesen ruht ein quarzitischer Sandstein oder Quarzit mit schwachen Spuren einer ursprünglichen Psammitstruktur. Dieser ist ganz im N. überlagert von einem graugelben Kalkstein mit Skelettresten von *Orbitolina*, dem Barrémien zugehörig. Die Sandstein-Quarzitserie, die also zwischen dem Barrémienkalkstein und den Juraschiefern ruht, muss als der ältesten Kreide oder dem jüngsten Jurasystem angehörig betrachtet werden.

Sowohl die metamorphe Beschaffenheit der Gesteine als ihre Fältelung und ihr Fallverhältnis gibt an, dass sie einem intensiven Gebirgskettendruck ausgesetzt gewesen sind, der in dem Emporpressen bedeutender, jetzt teilweise nivellierter Falten resultiert hat.

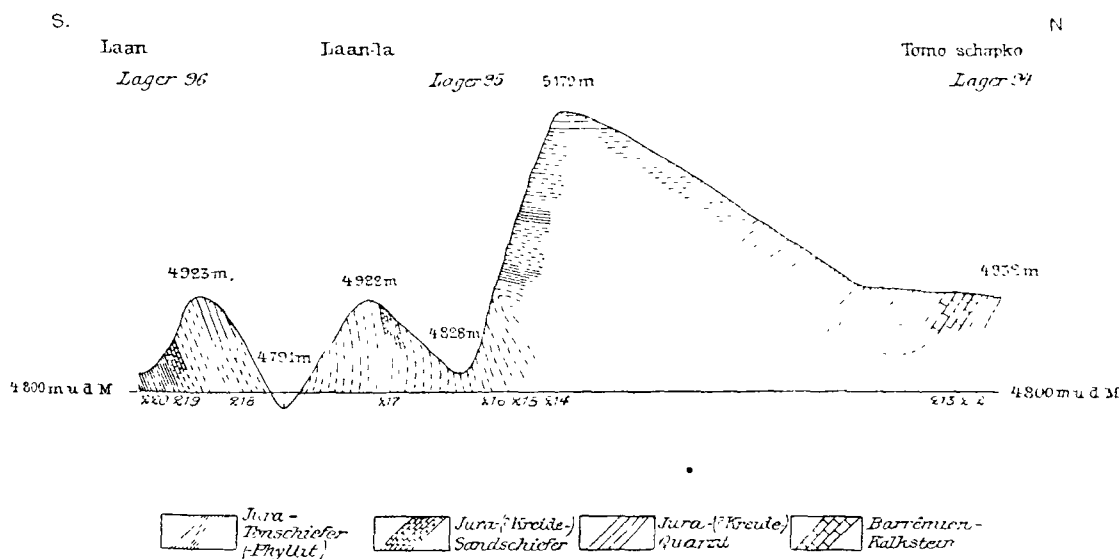


Fig 11. Profil von Laän (Lager 96) im S. bis Tomo-schapko (Lager 94) im N.  
Länge 1 : 200,000, Höhe 1 : 10,000.

### 6. Von Kjam (Lager 156) im S. bis Angdschum im N. (Fig. 12).

Zu unterst dünnblättrige, phyllitische Schiefer, die zum Verwechseln den kalkhaltigen, phyllitischen Juraschiefern aus der Gegend zwischen dem Karo-la und Nam-tso (S. 63) ähneln. Sie gehören offenbar der im Brahmaputratäl und auf den Abhängen des Transhimalaya weitverbreiteten jurassischen Schieferformation an.

Auf den Schiefen ruhen durch Druck in Quarzite umgewandelte Sandsteine. Von diesen Quarziten kommen zuweilen im quarzporphyritischen Erguss- oder Ganggestein der Gegend

eingeschlossene Bruchstücke vor, wonach der Quarzit selber alter als diese Eruptivformation, d. h. präeocän, sein sollte. Petrographisch ist der Quarzit mit den sonstigen jurassisch-cretaeischen Quarziten des Brahmaputratales ganz identisch. Auch hier sollte demnach das tonige Jurasediment nach oben in ein sandiges übergehen.

Die ganze Sedimentserie hat starke Gebirgsfaltung mitgemacht und ist von späteocänen Quarzporphyriten gangförmig durchsetzt und überlagert. Die oberen Teile dieser Gänge sind widerstandsfähiger gegen erodierende Kräfte gewesen als die umgebenden Sedimentärgesteine und bilden infolgedessen kleine, diese überragende Felsenschwellen.

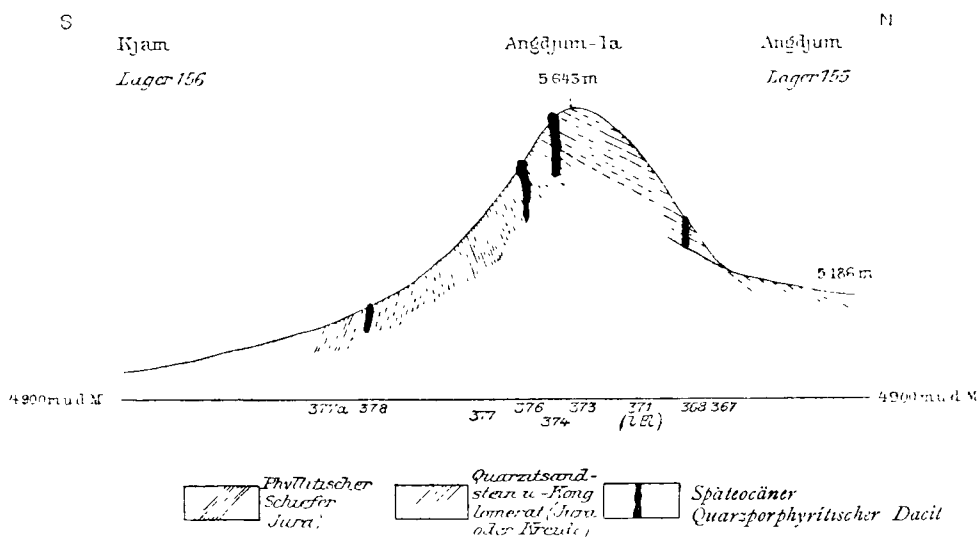


Fig. 12 Profil von Kjam (Lager 156) im S. über den Angdschum-la bis Angdschum Lager (155) im N. Länge 1 : 200.000. Höhe 1 : 20.000.

## 7. Von Tugu-lhamo (Lager 80) im S. bis zum Lager 78 im N. (Fig. 13).

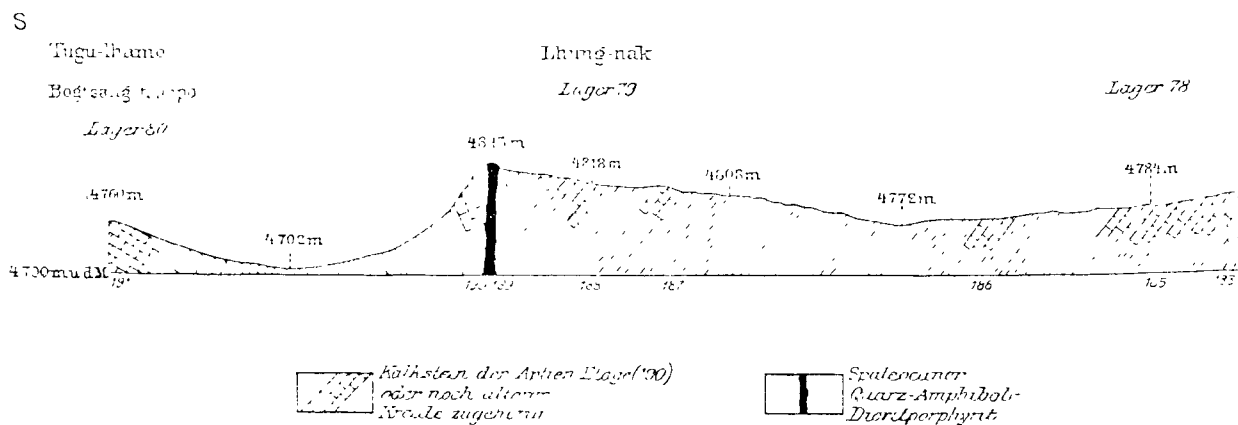


Fig. 13 Profil von Tugu-lhamo am Bogtsang-tsanpo im S. über Lhung-nak bis zum Lager 78 im N. Länge 1 : 200.000. Höhe 1 : 10.000

Das Profil umfasst eine Länge von etwa 30 Kilometer. In dem fraglichen Gebiete sind so gut wie ausschliesslich Kalksteine, rotblonde oder graue, mit Fragmenten von Orbitolina-

Skeletten, *Orbitolina discoidea*, angetroffen worden; demnach gehört diese Kalksteinserie, wenigstens zum Teil, der Aptien-Etage an. Ob die unteren Teile der Serie noch ältere Kreidezonen repräsentieren, ist zurzeit unmöglich mit Bestimmtheit zu entscheiden. Aus dem sanft sich abdachenden Boden, S. von Lhung-nak, treten scharfe, pyramidenähnliche Spitzen des Kalksteins heraus, am steilsten gegen N. und NO. Sie stellen offenbar Verwitterungsreste, eine Art Karrenfelder, dar.

Die Kreideablagerungen werden von einem grauen Quarzamphiboldioritporphyr (189) durchsetzt, der folglich jünger als Aptien ist, mutmasslich der späteocänen Eruptivformation des südlichen Tibet und Transhimalaya zugehörig.

### 8. Vom Gurla-Mandata über den Kailas bis zum Lager 240, Gjekung (Fig. 14).

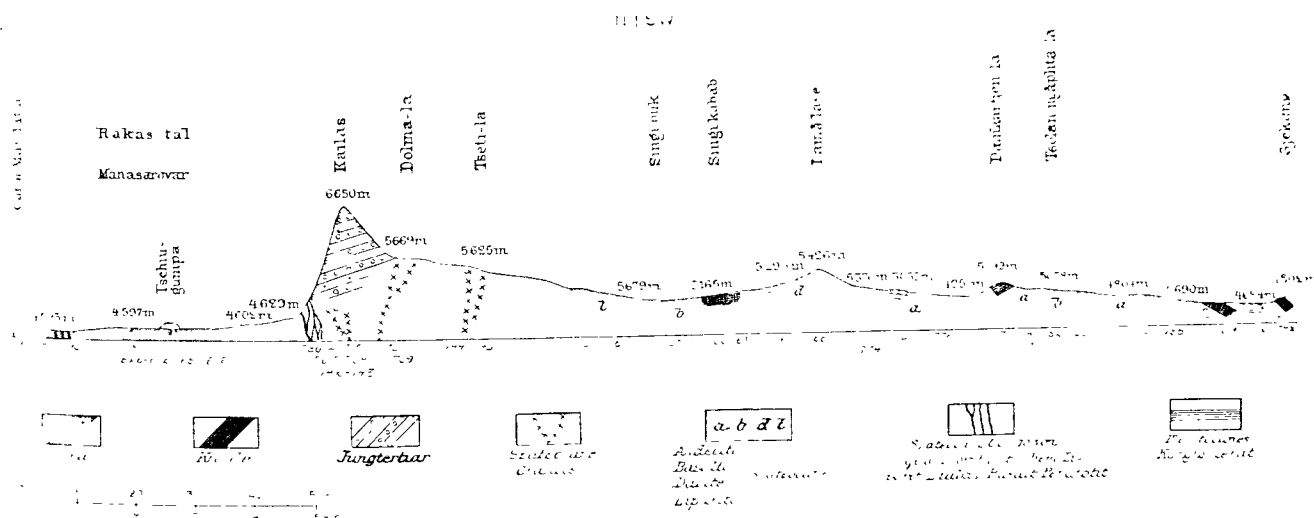


Fig. 14. Profil vom Gurla-Mandata über den Kailas, Tseti-la, Singi-kabab, die Quellen des Indus', bis zum Lager 240. Länge 1:1,250,000. Höhe 1:125,000.

Weitest im S. der weisse, schwach streifige Epiorthoklasgneiss (619) des Gurla-Mandata, ein innerhalb der oberen Zone dynamometamorphosierter Alkalifeldspatgranit von dem sowohl im Transhimalaya wie besonders im Himalaya gewöhnlichen Typus der späteocänen Ganggranite.

Auf der Landzunge zwischen dem Rakas-Tal und dem Manasarovar liegen gepresste und gefaltete Jaspis, Tonschiefer, Quarzite und Kalkschiefer (s. Profil 1, Fig. 7). Der Jaspis wird von Gängen aus Lherzololith, Hunnediabas und weissem Alkalikalkgranit durchsetzt (686—690). Die Ganggesteine sind späteocän. Bei Tschu-gumpa werden die genannten Juraablagerungen von pleistocänen Sandsteinen und Konglomeraten überlagert, Die zuletzt erwähnten Sedimente liegen vollkommen horizontal, d. h. diskordant auf den z. T. steil abfallenden Schichten jurassischen Alters.

Zwischen Kahleb und dem Dolma-la erhebt sich der pyramidenähnliche hohe Berg Kailas, dessen Gipfel die Höhe von 6,650 m ü. d. M. erreicht. Der Berg besteht aus abwechselnden

Konglomerat- und Sandsteinbänken, gebildet auf Kosten der spätëocänen Eruptivformation der Gegend und folglich selbst posteocän, mutmasslich oligo- bis pliocän. Am Fuss der Westseite des Kailas tritt dieselbe Konglomerat- und Sandsteinbildung hervor so weit nördlich wie bis zum Kloster Njandi-gumpa; n. davon längs dem Wege nach Diripu-gumpa herrschen Granite und Granitporphyre. Dieselben Granite trifft man am Nord- und Ostrande des Kailas von Dolma-la bis zu 5 Kilom. n. vom Kloster Tsumtulpu-gumpa. Südlich hiervon stehen am Wege die oben genannten posteocänen Konglomerate und Sandsteine an; weiter südwärts kommen Gänge von serpentinierten oder in Magnesitmassen umgewandelten Peridotiten zum Vorschein. Der aus Tiefengesteinen, Granit und Peridotit, bestehende Sockel des Kailas fällt somit allmählich vom Dolma-la, 5,669 m ü. d. M. zum Südrande des Berges, ung. 4,630 m ü. d. M. ab. Die jetzige, diesem spätëocänen Gebirgsgrund aufruhende und aus posteocänen Sedimentgesteinen bestehende Bergpyramide stellt nur einen Denudationsrest dar, seitdem die umgebenden Teile der posteocänen Sandstein- und Konglomeratbildung unter dem Einfluss der nivellierenden Kräfte weggeführt worden sind.

N. vom Dolma-la bis zum Tseti-la und weiter nordwärts kommen dieselben Granite zusammen mit schriftgranitartigen Pegmatiten und Hornblendegneiss (744) vor. Ob es sich hier um einen wirklichen Granitboden oder nur um dicht angehäufte Granitgänge handelt, geht aus den mir zugänglichen Proben nicht hervor. Weiter n., ung. 5,5 Kilom. s. vom Singibuk, werden die Granite durch deutlich gangförmig auftretende quarzporphyrische Liparite ersetzt. Bei Singibuk selbst ist die Gangformation basischer geworden und wird hier aus dunkelgrauem Diabas gebildet.

Am Singi-kabab, der Quelle des Indus, kommt der sedimentäre Gebirgsgrund zum Vorschein. Er besteht hier (760, 761) aus grauem Kalkstein mit *Orbitolina* cf. *bulgarica*, der folglich dem oberen Barrémien angehört. Ein graulicher Kalkstein (777) mit fraglichen Resten von Orbitolina-Skeletten, der trotz seiner stärkeren Umkristallisierung mit dem erwähnten Barrémienkalkstein identisch scheint, kommt am Passe Damkarntschen-la vor. Auch weiter nördlich, in der Gegend von Gjekung, sind fest anstehende Kalksteine angetroffen worden (789, 792). Diese sind indessen noch starker umkristallisiert und entbehren jeder Spure von Fossilresten, wonach ihre Zugehörigkeit zum Kreidesystem noch fraglicher wird. Aus dem schon Gesagten geht hervor, dass der obere Teil des präeocänen Gebirgsgrundes in dieser Gegend aus Kalkstein besteht, der wenigstens teilweise die ältere Kreide, den oberen Barrémien, repräsentiert.

N. vom Singi-kabab bis zum Passe Lamo-lase wird der Gebirgsgrund von Ergussgesteinen des Dacit-Typus gebildet (763—766). Von der Nordseite des genannten Passes bis Gambotsche streckt sich ein weit ausgedehntes Lavafeld von schlackigen, glasigen Andesit-Laven, nur auf dem Passe Tsolan-ngophtha-la von basaltischen Laven (782) verdrängt. Diese Kreidekalksteine durchsetzenden und denselben aufruhenden Eruptivmassen, jünger als die ältere Kreide, gehören mutmasslich zu der grossen spätëocänen Eruptivformation des Himalaya und Transhimalaya.

Auf der Lava ruht, z. B. auf dem Passe Damtarngo-la, ein auf Kosten derselben gebildeter, grünlich grauer Sandstein (775) von demselben Alter wie der Sandstein des Kailas, mutmasslich oligo- bis pliocän.

Von noch jüngeren Ablagerungen sind zu erwähnen, ausser den pleistocänen Sandsteinen und Konglomeraten bei Tschiu-gumpa, rezente Kalksinter-Absetzungen.



## 9. Von Gartok im WSW. bis zum Lager 240 im ONO. (Fig. 15).

Nur in den niedrigeren, weitest gegen ONO. gelegenen Teilen kommen präeruptive, d. h. präeocäne Ablagerungen zum Vorschein, sowohl jurassische bis cretaceische Quarzite und phyllitische Tonschiefer, (793), (790), als auch kristallinische Kalksteine mutmasslich cretaceischen Alters (792). Sonst wird die ganze Strecke von andesitischen und dacitischen Laven und derer Tuffen, (798), (827), oder von Gängen aus Diabas (826, 828), schriftgranitischem Pegmatit (831), Granitporphyr (803—805), (832), (833) und porphyrischem Biotit- oder Biotithornblendegranit (Quarzbiotitdiorit) (835—843) eingenommen. Nur am Südrand des Transhimalaya gegen das Gartok-Tal sind Granite entblösst worden. Der tiefste Erosionseinschnitt in die späteocänen Eruptivformation fand, wie aus dem schon Gesagten hervorgehen dürfte, in den südlichsten Randpartien des Transhimalaya statt. Auf den inneren, oberen Teilen der Gebirgsketten liegen

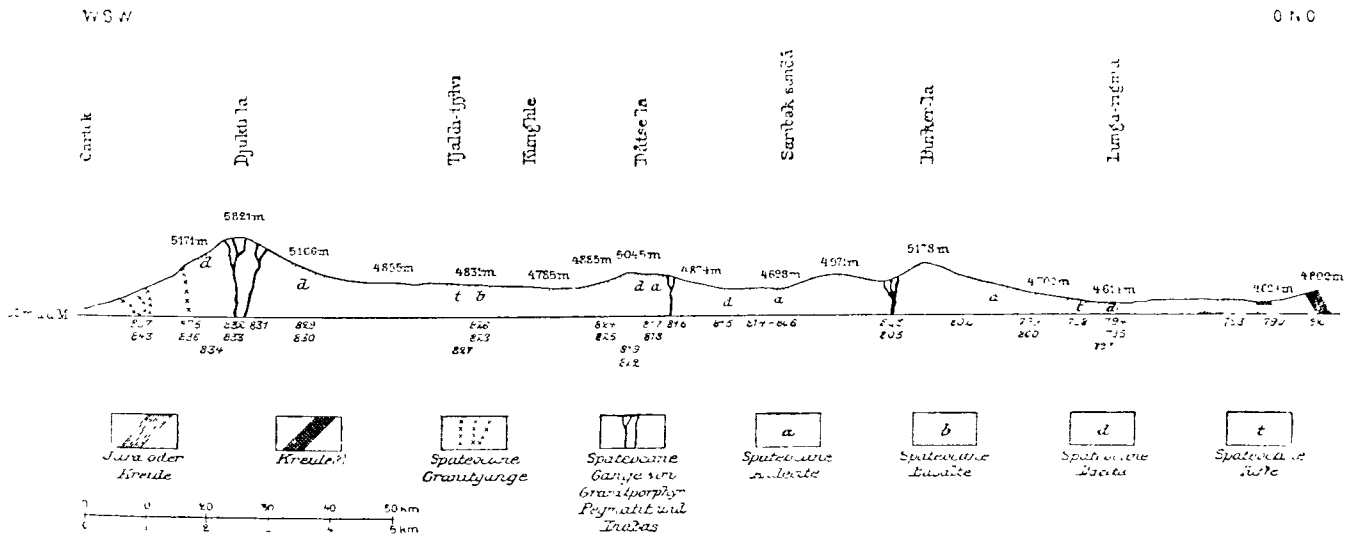


Fig. 15. Profil von Gartok über den Dschukti-la und Burkert-la bis zum Lager 240, Gjekung. Länge 1 : 1,250,000. Höhe 1 : 125,000.

noch die oberflächlichen Partien der Formation, glasig-schlackige Laven und subaerische Tuffe, unverzehrt da.

Die beiden Profile (Fig. 14 und 15) stimmen sehr gut mit einander über ein und beweisen, dass die ganzen zwischen denselben liegenden Teile des Transhimalaya, Singtod und Bongthol, aus ausgedehnten Lavenfeldern, zum grössten Teil Andesiten und Daciten mit ihren Tuffen, gebildet sind.

## 10. Vom Nganglaring-tso über den Sur-la bis zum Tarok-tso (Fig. 16).

Dieses Profil geht quer über die Höhenzüge der Lunkar- und Surla-Kette. Von Sedimentgesteinen tritt ein kristallinischer Kalkstein am Nganglaring-tso auf, während die Passhöhe Lunkar-la von quarzitischen Sandsteinen und dunklen Quarzschiefern gebildet worden ist. Das Alter dieser Gesteine habe ich nicht bestimmen können, obwohl man vermuten könnte, dass der Kalkstein cretaceischen, die übrigen jungtertiären Alters sind.

Die oberflächlichen Partien werden von teilweise schlackigen Laven — Trachyt, Dacit, Andesit, Basalt — gebildet, ohne dass von den unterliegenden Bildungen irgendeine Partie entblosst ist. Auf dem Sur-la, im Tal des Pedang-tsanpo und in der Nähe des Nganglaring-tso kommen Teile eruptiver Gänge zum Vorschein, aus Quarzbiotitdiorit, porphyrtigem Granit und Dioritporphyrit. Die effusiven Laven sowie die Ganggesteine gehören denselben Typen an wie die im bongtholischen Transhimalaya aufgefundenen (Fig. 14 und 15, S. 186 und 188) und derselben Ausbruchperiode wie diese: sie sind späteocän.

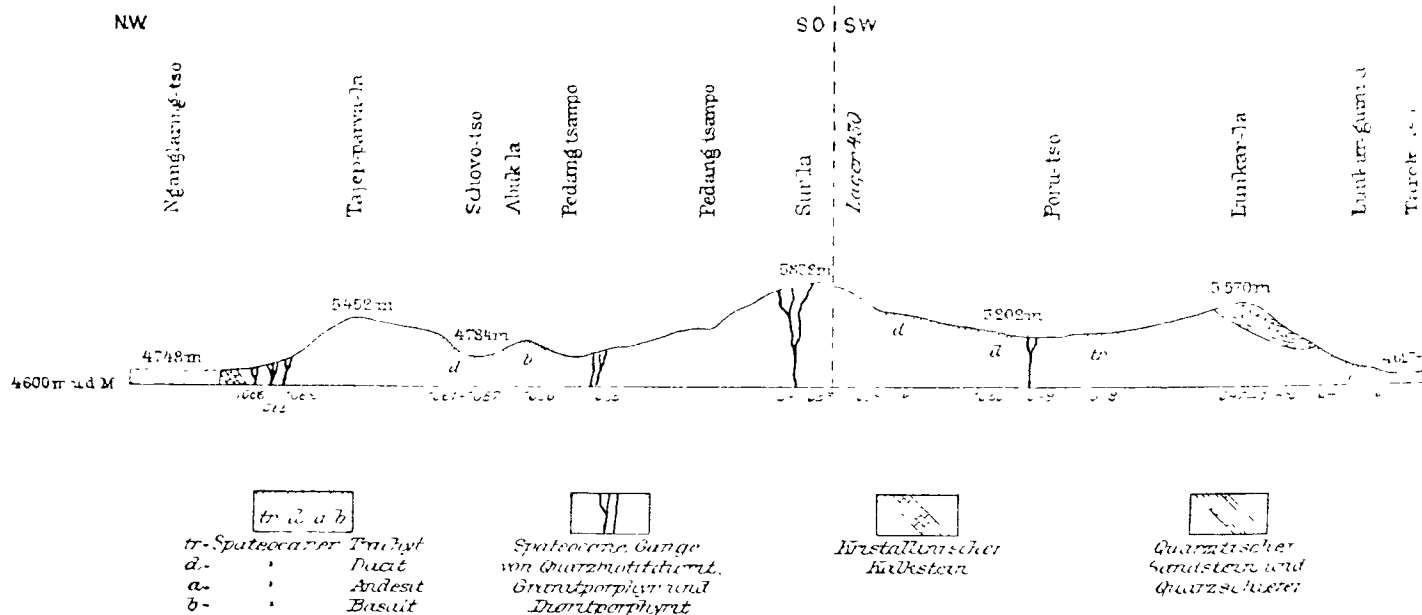


Fig. 16. Profil vom See Tarok-tso im NO. zum Lager 430 im SW. und vom Passe Sur-la im SO. zum See Nganglaring-tso im NW.  
Länge 1 : 1.000.000, Höhe 1 : 100.000.

## 11. Vom Lager 169 am Brahmaputra bis zum Tong-tso im N. (Fig. 17).

Dieses Profil folgt beinahe in seiner ganzen Streckung tiefen Flusseinschnitten wie denjenigen des Tschaktak-tsangpo, Buptsang-tsangpo, Sangtschen-tsangpo oder deren Nebenflüsse und stellt infolgedessen eher den inneren Bau des Transhimalaya als die oberflächliche Struktur und Zusammensetzung desselben dar. Hieraus erklärt sich, dass dieses Profil ein ganz anderes Bild zeigen muss als z. B. die in den Fig. 14 und 15 wiedergegebenen Profile, die sich wenigstens teilweise über die Gipfel und Hochebenen des genannten Gebirges hinaus erstrecken.

Das Profil zeigt, dass der tiefere Untergrund des Transhimalaya vom Brahmaputra-Tal bis zum Passe Tschaklam-la aus stark gefalteten, phyllitischen Tonschiefern und quarzitischen Sandsteinen besteht, welche letztere oft so stark kalkhaltig werden, dass sie den Namen sandige Kalksteine oder Kalkschiefer verdienen konnten. Die ganze, metamorphe Serie ist ganz fossilienfrei. Sie ist von späteocänen Eruptivgängen durchsetzt und wird auf anderen Lokalitäten (Fig. 11) von Aptien-Kalkstein überlagert, dazu kommt, dass sie petrographisch mit Juraablagerungen im östlichen Himalaya vollständig identisch ist. Ich bezeichne daher die betreffende Gesteinsreihe als jurassisch, obwohl es natürlich nicht ausgeschlossen ist, dass gewisse Teile derselben den ältesten Abschnitten des Kreidesystems (Neokom) angehören können.

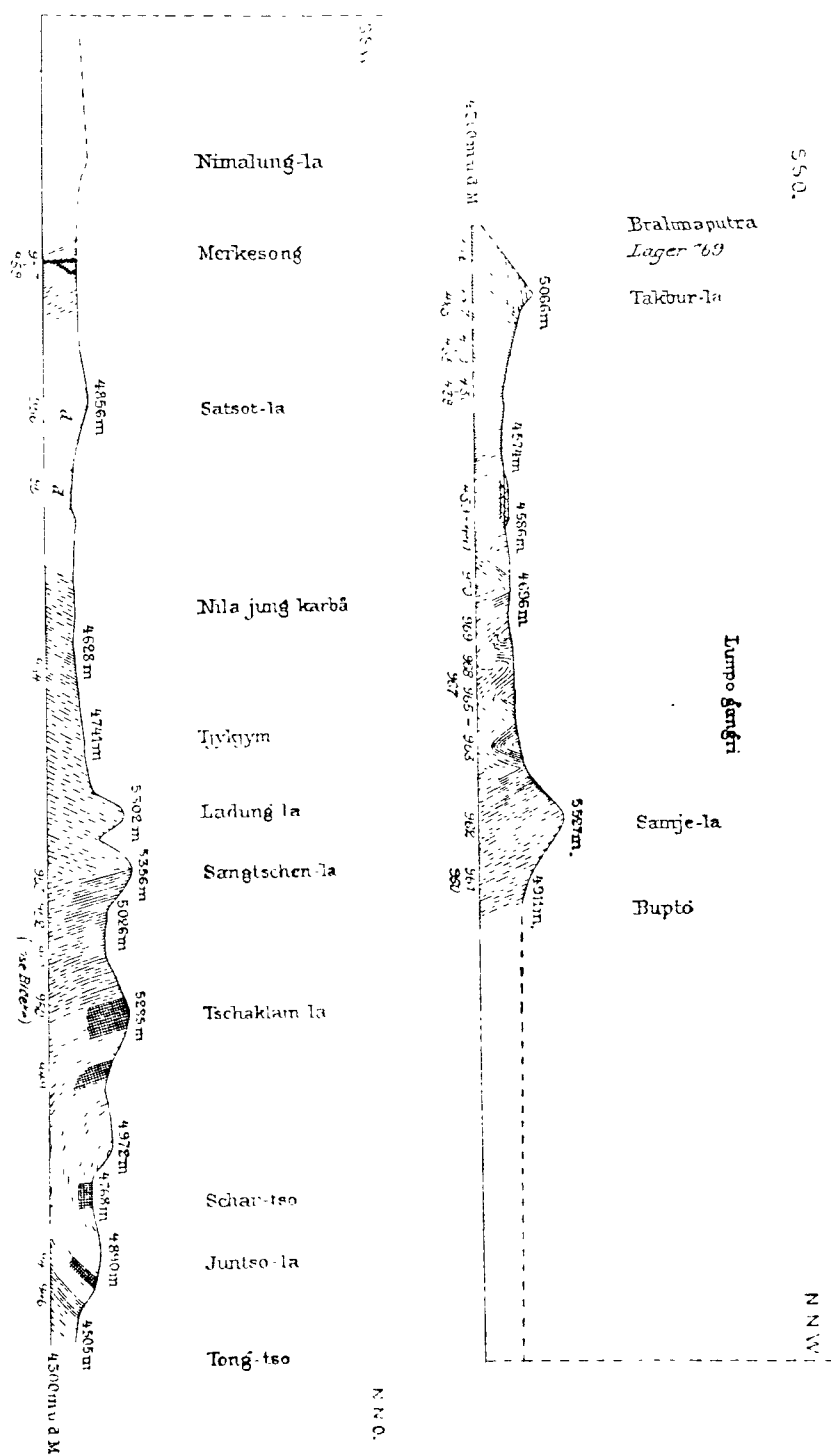


Fig. 17. Profil vom Brahmaputra, Einmündung des Tschakak-tanpo, über Bupto und Merkesong bis zum Tong-tso. Länge 1 : 1.000.000, Höhe 1 : 100.000.

In den nördlichsten Teilen des Profils finden sich kristallinische, nunmehr fossilienfreie Kalksteine, die Juraserie überlagernd. Aus geologischen Gründen dürften diese Kalksteine als cretaceisch anzusehen sein.

Die hier oben kurz erwähnten späteocänen Lavengänge bestehen aus Quarzbiotitdiorit (959), Granitit (958) oder Porfyrit (955). Von den eigentlichen Ergussgesteinen der späteocänen Eruption (cfr Fig. 3, 4 und 5) gibt es in dem tiefen Erosionseinschnitt dieses Profils keine Spur, wenn man nicht das am Passe Satsot-la anstehende Gestein (956) als einen Dacit oder einen freilich stark umgewandelten Tuff ansehen will.

Diskordant auf den jurassisch-cretaceischen Ablagerungen liegen posteruptive, wenigstens teilweise auf Kosten späteocäner Peridotite gebildete Schiefer, derselben jungtertiären (oligo- bis pliocänen) Formation zugehörig wie z. B. die Sandsteine und Konglomerate des Kailas (S. 188).

Beim Lagerplatz 172 steht ein pleistocänes Konglomerat an, offenbar identisch mit dem schon von Tschiu-gumpa am Westufer des Manasarovar beschriebenen (S. 96—97).

## 12. Vom Lager 168 am Brahmaputra zum Lager 78, n. von Lhungnak im N. (Fig. 18).

Die Wasserscheide des Profils bildet der Sangmo-bertik-la (5,586 m ü. d. M.). Südwärts davon geht der Tschaktak-tsanpo, ein Beifluss des Ragha-tsanpo, nordwärts davon läuft ein Nebenfluss des Soma-tsanpo, der nach einen weiten Bogen nach NW. in den abflusslosen Terinam-tso einfällt. Da der Reiseweg Dr. HEDIN's zum grössten Teil diesen Flusstälern folgt, kann das Profil längs dieses Reiseweges nur einen Einblick in den inneren Bau des Transhimalaya, nicht ein Bild von den Zusammensetzung und Struktur der höchsten Teile der vom Profil durchquerten Gebirgsketten Kantschung-gangri, Laptjung-schuru und Terinam geben. Zwischen dem nördlichen Teil des Profils und dem Terinam-tso liegt eine 80 Kilom. breite Strecke, die nicht untersucht worden ist.

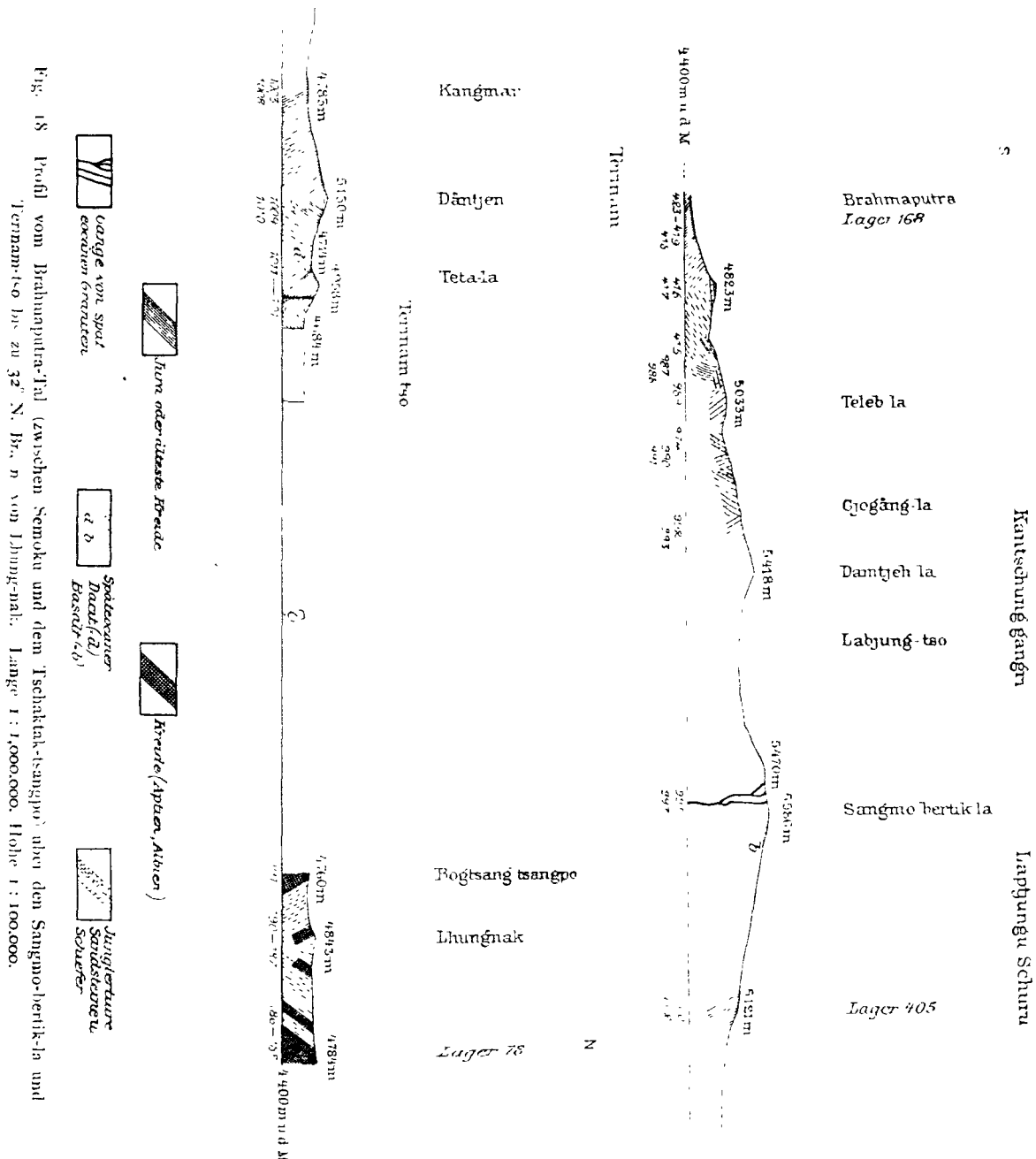
S. vom Terinam-tso und bis zum Brahmaputratäl scheinen quarzitisches Sandsteine, Quarzite, kristallinische Kalk- und Tonschiefer zu herrschen. Die Bildungen, die oftmals von späteocänen Eruptivgängen durchsetzt sind, rechne ich aus schon oftmals angeführten Gründen zum Jurasystem oder vielleicht zu den ältesten Teilen des Kreidesystems (Prä-Barrémien). Die erwähnten Sedimente sind starken Pressungen und Faltungen unterworfen gewesen.

Im nördlichen Teil des Profils kommen Kalksteine mit *Orbitolina discoidea*, folglich dem Aptien zugehörig, zum Vorschein. Auch diese Formation zeigt starke Störungen der horizontalen Lagerung. Wie weit nach S. die Aptienbildungen sich hier erstrecken, muss gegenwärtig eine offene Frage bleiben. Das Vorkommen von Barrémienablagerungen so weit gegen S. wie bei Tomo-schapko (Fig. 11) und auf dem Passe Tschaklam-la (Fig. 17) spricht jedoch für die Annahme, dass die jetzige Sudgrenze dieser Zone ungefähr 30—40 Kilom. s. vom Bogtsang-tsanpo zu suchen ist.

Die hier oben erwähnten, die Jura-Kreideablagerungen durchsetzenden Gänge bestehen aus Graniten (995), (996), (1,014), (1,015) (1,017), Quarzporphyren (997) und Basalten (998), (999). S. vom Passe Teta-la breitet sich eine Decke von verwittertem (quarzporphyritischem) Dacit aus.

Auf dem Sudabhang des Kantschung-gangri findet sich eine stark gefaltete Formation von posteruptiven Sandsteinen, petrographisch identisch und mutmasslich geologisch gleichaltrig mit z. B. den vom Kailas (S. 187, Fig. 14) beschriebenen jungtertiären Sandsteinen und Konglome-

raten. Diese Bildung liegt mit wechselndem Fallen diskordant auf den älteren Ablagerungen und stellt einen kleinen Denudationsrest einer früher weit verbreiteten Formation dar. Vom



eigentlichen Brahmaputratral ist diese Bildung ebenso wie von den Hohen des Transhimalaya durch erodierende und transportierende Kräfte fast vollständig weggeschafft worden.

### 13. Vom Lager 159 am Ragha-tsanpo über den Ngantse-tso zu Tomo-schapko (Fig. 19).

Das Profil folgt bis zum Fuss des Targo-gangri tief eingeschnittenen Flusstälern. Es kann infolgedessen nicht den geologischen Bau der oberen, oberflächlichen Teile des Transhimalaya angeben, sondern nur denjenigen der unteren, im Tal zum Vorschein kommenden Niveaus und gibt somit einen Einblick in die innere Zusammensetzung des genannten Gebirgzuges.

Im S. sowie im N. und in der Mitte der Profilstreckung stehen unter wechselndem Fallen quarzitische, teilweise kalkreiche Sandsteine, Quarzite, phyllitische Tonschiefer oder Jaspisbreccien an. Wie schon aus den Spezialprofilen (Fig. 11 und 12) hervorgehen dürfte, hat diese Gesteinsserie, die dem Jura- oder älteren Kreidesystem zuzurechnen ist, starke Gebirgsfaltungen mitgemacht und ist von zahlreichen Eruptivgängen durchsetzt, wodurch die hiehergehörigen Sedimente einer z. T. sehr kräftig wirkenden Piëzokontaktmetamorphose unterlagen, die sowohl Kristallisationsschieferung wie Neubildung von gewissen Mineralien (Turmalin, Glimmerarten) hervorrief.

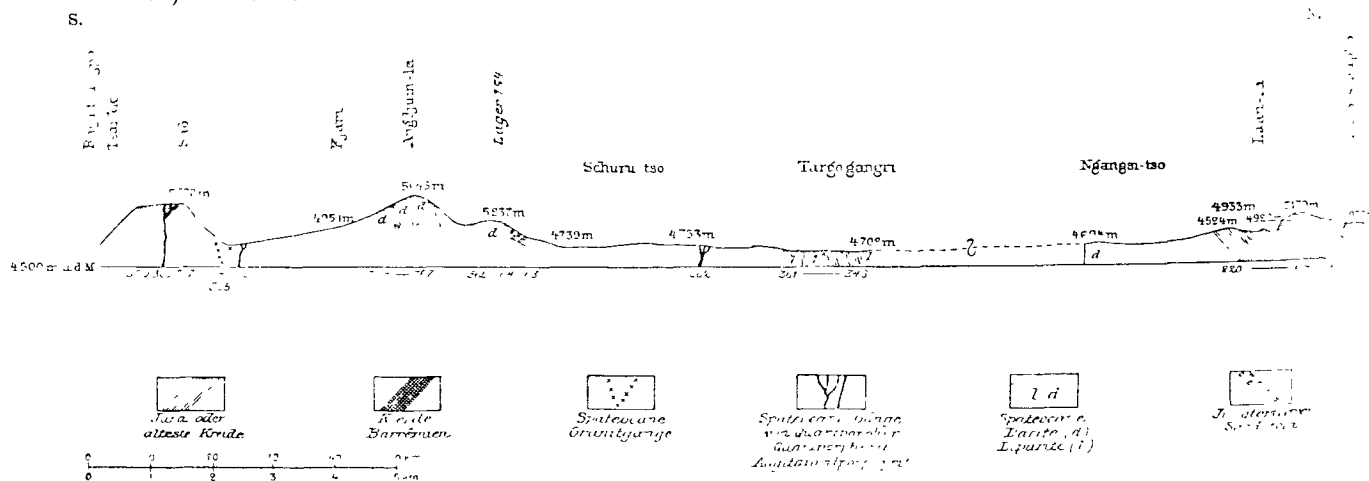


Fig. 19. Profil von Tsarok über den Schuru-tso und Ngantse-tso bis Tomo-schapko.

Länge 1:1250,000. Höhe 1:125,000.

Nur weitest gegen N., bei Tomo-schapko, ist die Juraablagerung von einem Kreidekalkstein, der dem Barrëmien zuzurechnen ist, überlagert.

Die hier oben erwähnten Eruptivgänge bestehen aus Alkalikalk- und Hornblendegranit (362). (380—385). Die Struktur dieser Ganggesteine deutet an, dass dieselben ein tieferes Niveau der betreffenden späteocänen Eruptivformation repräsentieren.

Von eigentlichen späteocänen Ergussgesteinen liegen Stufen aus der Nähe des Sees Ngantse-tso und des Lagers 154 sowie von dem Angdschum-la vor. Diese sind hier oben (S. 38, 61—63) auf Grund der gewöhnlich recht vorgeschrittenen Umwandlung ihrer Feldspateinsprenglinge als quarzporphyritische Dacite oder quarzporphyrische Liparite bezeichnet worden. Leider ist die Strecke des Profils zwischen dem Ngantse-tso und dem Targo-gangri nicht untersucht worden, weshalb es mir auch nicht möglich ist zu bestimmen, wie weit südwärts sich das Lavafeld vom Ngantse-tso erstreckt.

Die Sandsteinbildung (363) bei Tsargham, südlich vom Schuru-tso, scheint posteruptiv d. h. posteoocän zu sein. Die Kalksinterabsetzungen (221) und (345) sind rezent.

# 14. Vom Kloster Njuntschu-gumpa am Brahmaputra über den Sela-la bis Tomo-schapko im N. (Fig. 20).

Unter den sedimentären Bildungen der Profillinie spielen quarzitische Sandsteine und Quarzite sowie phyllitische Tonschiefer die Hauptrolle. Es finden sich solche sowohl in den nördlichsten als in den südlicheren Teilen des Gebietes. Alle hierhergehörigen Gesteine zeigen kräftige Zeichen

S.S.O.

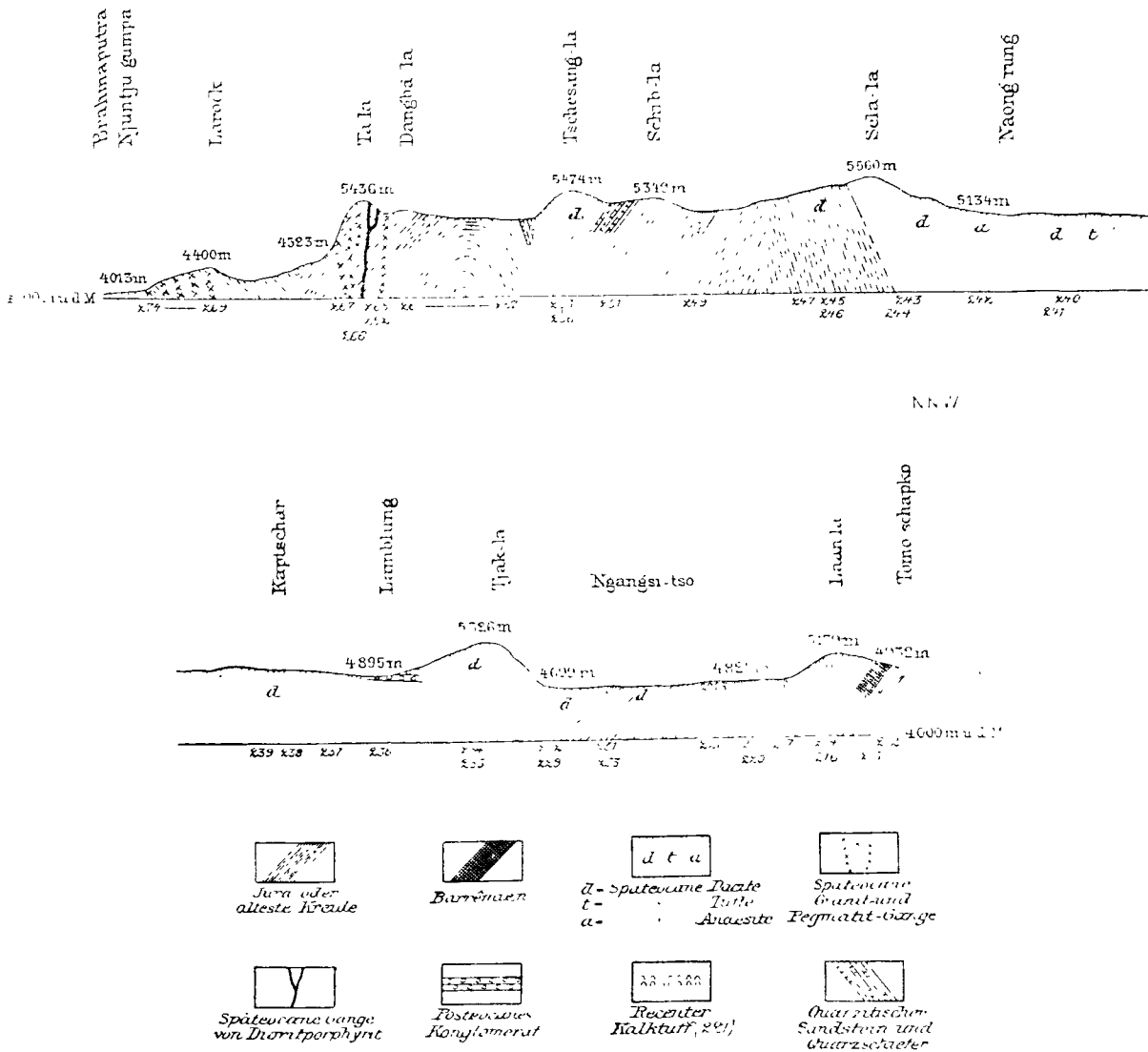


Fig. 20. Profil vom Brahmaputratral (bei Njuntschu-gumpa) über den Ta-la, Sela-la, Ngangse-tso und Laan-la bis Tomo-schapko. Länge 1 : 1.000.000, Höhe 1 : 100.000.

einer intensiven Dynamo- oder sogar Piézokontaktmetamorphose, wodurch die ursprüngliche Psammit- resp. Pelitstruktur in eine kristallinische, oft mit Kristallisationsschieferung verbundene Struktur überging. Die Serie ist von späteocänen Lavengängen aus Graniten, Pegmatiten und Dioritporphyriten durchsetzt und ist somit selber präeocän. Petrographisch stimmen die betreffenden Sedimentgesteine vollständig mit von HAYDEN im östlichen Himalaya während der Expedition nach Lhasa im Jahre 1903 gefundenen metamorphen Quarziten und Schieferen jurassischen Alters überein. Südlich von Tomo-schapko werden hiehergehörige Sandsteine (212) von Barrémienkalksteinen (213) überlagert. Nach dem Angeführten darf man wohl annehmen, dass die eben erwähnte Sandstein-, Quarzit-, Phyllitserie entweder jurassisch oder jurassisch und altcretaceisch sein mag. — Die genannte Jura-Kreideserie zeigt vielfache Faltungen und Knickungen. Ihr Fallen ist gewöhnlich n. oder s.

Die späteocäne Eruptivformation setzt sich teils aus Ergussgesteinen, Daciten und Andesiten, teils aus gangausfüllenden Gesteinen, Biotitgranit (266), (268—270), Quarzbiotitdiorit (262), schriftgranitartigem Pegmatit (267), (272), Dioritporphyriten (263—265) etc., zusammen. Auch ein Kristalltuff eines quarzporphyritischen Magmas (240) kommt, n. von Naong-rung, zum Vorschein. Die Ergussgesteine und der Tuff bilden ausgedehnte Lavendecken im Gebiete s. vom See Ngantse-tso bis zum Passe Sela-la. Auch das Gebiet auf dem Passe Tschuang-la wird von dacitischen Laven eingenommen. Auf dem Dangbä-la und s. davon, d. h. auf dem Südrhang des Transhimalaya, kommen keine Ergussgesteine zum Vorschein. Die späteocäne Eruptivformation wird hier von Graniten, Dioriten usw., d. h. Gesteinen mit ausgeprägtem Habitus eines Tiefen- oder Ganggesteins, repräsentiert. Diese Verteilung der verschiedenen Niveaus der Eruptivformation erklärt sich unschwer aus den am Südrhang stattgefundenen, bedeutenden Erosionseinschnitten des Brahmaputra und seiner Nebenflüsse, durch welche nach Wegspülung der oberflächlichen Partien tiefer gelegene Teile der Eruptivformation blossgelegt worden sind.

Von jüngeren Bildungen sind nur das posteocäne Konglomerat (236) bei Lamblung und der rezente Kalktuff (221), unweit des Ngangsi-tso, zu erwähnen.

### 15. Von Lingö am Dok-tschu bis Kaptchar im N. (Fig. 21).

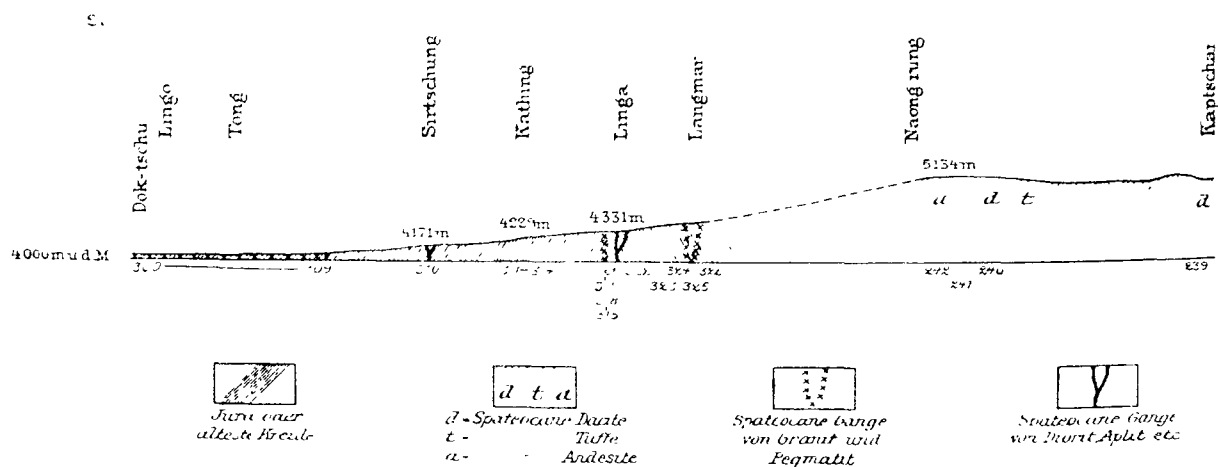


Fig. 21. Profil von Lingö beim Fluss Dok-tschu (Ragha-tsangpo) über Sirtschung und Langmar bis Kaptchar  
Länge 1 : 1,000,000. Höhe 1 : 100,000



Das Profil zeigt ungefähr dasselbe wie Fig. 20. Auf den Hohen Decken von späteocänen, dacitischen und andesitischen Laven und deren Tuffen. S. von Langmar, wo das Profil dem Erosionstal des Flusses My-tschu folgt, sind tiefere Niveaus derselben späteocänen Eruptivformation, Granite, Pegmatite etc., blossgelegt worden zusammen mit jurassischen oder altcretaceischen Bildungen (quarzitischen Sandsteinen, Jaspis, phyllitischen Schiefern) in wechselnder Lagerung.

## IV. Zur geologischen Entwicklungsgeschichte des Transhimalaya und südwestlichen Tibet.

### 1. Die verschiedenen Formationen in geologischer Altersfolge.

Schon in der Einleitung wurde hervorgehoben, dass es nur sehr wenige Stützpunkte für die direkte Altersbestimmung der verschiedenen Formationen des betreffenden Gebietes gebe. Von bestimmbareren Fossilien sind nämlich nur *Pracradiolites Hedini* DOUV. sowie *Orbitolina conulus*, *O. bulgarica*, *O. cf. discoidea* und *O. subconca* aufgefunden worden. Die diese Fossilien umschliessenden Kalksteine (S. 166) sind folglich während der Gault- und Cenomanzeit abgelagert worden. Für eine Schätzung des Alters der übrigen hier angetroffenen Bildungen sind wir nur auf indirekte Beweise angewiesen.

### A. Prä- und altcretaceische Ablagerungen.

Das geologische Profil der Figur 11 zeigt, wie in der Nähe von Tomo-schapko fest anstehender Barrémienkalkstein von einem graugelben Sandstein unterlagert ist. Diese Sandsteinformation, ganz fossilfrei, scheint demnach aus stratigraphischen Gründen altcretaceisch, d. h. etwa dem *Neocomien* zugehörig zu sein.

Dieser Sandstein besteht fast ausschliesslich aus Quarzkörnern mit vereinzelten Feldspatfragmenten; die Bestandteile werden durch sekundär ausgeschiedene Kieselsäure cementiert. Ab und zu zeigt ein Quarzkorn undulöse Auslöschung, Druckzwillinge oder sogar Mörtelkränze, d. h. deutliche Spuren einer kataklastischen Einwirkung. Zuweilen sind die Quarzkörner linsenförmig ausgewalzt; die Längsachsen derselben zu einander parallel angeordnet. Mit anderen Worten, der Sandstein geht in einen quarzitischen Sandstein über, der als lepidoblastischer Quarzit mit noch nachweisbarer blastopsammitischer Reliktstruktur bezeichnet werden kann. Wenn die Metamorphose noch weiter getrieben worden ist, zeigen die Quarzkörner die verzahnte Struktur echter Quarzite. In den metamorphosierten Varietäten treten auch authigene Turmalinkristalle und Glimmerblättchen auf.

Aus demselben Profil geht noch weiter hervor, dass diese Sandstein-Quarzitablagerung von feinkörnigeren Sandsteinschiefern unterlagert wird, die zuweilen einer so durchgreifenden Metamorphose unterworfen worden sind, dass sie den Namen eines Quarzitschiefers verdienen. Bei Laän (Fig. 11) ruht dieser Sandschiefer auf einem phyllitischen, mehr oder weniger stark metamorphosierten Tonschiefer.

Die jetzt aus der Gegend von Tomo-schapko bis Laän beschriebene fossilere Serie besteht aus mehr oder weniger vollständig umgewandelten Tonschiefern, Sandschiefern und Sandsteinen; die Endprodukte der Metamorphose mögen als Phyllite, Quarzitschiefer resp. Quarzite bezeichnet werden. Die tonigen Gesteine sind im grossen und ganzen älter als die san-

digen, d. h. das Sediment wird nach oben zu immer grobkörniger. Natürlich kommen aber die erwähnten Formationen auch in Wechsellagerung mit einander vor; besonders häufig treten Einschaltungen wenig mächtiger Schieferlagen im Sandstein auf.

Wenn, wie hier oben angenommen wurde, die Sandsteinformation dieser Serie dem Neocom zuzurechnen ist, sollten die derselben unterlagernden Sandschiefer- und Tonschieferformationen dem ältesten Neocom oder vielleicht dem jüngeren Jura zugehören.

Südlich vom Passe Angdschum-la (Fig. 12, 19) findet man dieselbe Lagenfolge wieder: zuunterst Schiefer, zuoberst quarzitischer Sandstein oder sogar mit einer Konglomerat-Einlagerung. Die Rollstücke des Konglomerates bestehen aus einem quarzitischem Sandstein, der mit dem Sandstein der Hauptformation identisch ist.

Auf der Strecke zwischen dem Tasang-la und dem Lager 186 (s.ö. von Nagor) wurde oftmals zusammen mit Sandsteinen der jetzt beschriebenen Serie ein grünlich grauer oder braunroter Hornstein (Jaspis) aufgefunden, der sich fast ausschliesslich aus Radiolarienresten zusammensetzt. Leider war es nicht möglich die Radiolarien näher zu bestimmen. Allem nach scheint es indessen gestattet anzunehmen, dass diese Hornsteinformation geologisch an den Neocomsandstein gebunden ist, untergeordnete Einlagerungen in demselben bildend und mit demselben geologisch gleichaltrig. Wie weiter unten gezeigt werden wird, kennt man aus mehreren Lokalitäten im westlichen Himalaya eben solche Einlagerungen von Hornsteinschichten im Gieumal- — d. h. ältesten Kreide- — Sandstein.

Schon früher (S. 166) wurde hervorgehoben, dass hieher gehörige Sedimentgesteine kalkhaltig werden können, und dass ihr Gehalt an Kalzit so bedeutend werden kann, dass solche Varietäten einen Übergang zu Kalkschiefern und schieferigen Kalksteinen vermitteln. Nach dem Profil von der Gegend zwischen dem Manasarovar und Rakas-tal (Fig. 7, S. 181) zu urteilen, scheinen solche schieferige Kalksteine an die unteren Teile der jurassischen Schiefer-Sandsteinserie gebunden zu sein. Sie kommen hauptsächlich in dem oberen Brahmaputra- und Satledsch-Tal vor und stimmen petrographisch vollständig mit den Kalkschiefern und schieferigen Kalksteinen aus dem östlichen Himalaya überein, welche nach HAYDEN<sup>1</sup> dem Jurasystem zuzurechnen sind.

Im grossen scheint diese prägaultische Serie aus folgenden Formationen zu bestehen:

Zuoberst Sandstein—Quarzit mit Hornsteinlagen.

Sandstein—Quarzitschiefer,

Tonschiefer—Phyllit.

Zuunterst Kalkschiefer—schieferiger Kalkstein.

Schon hier oben wurde die petrographische Ähnlichkeit dieses Sandsteins mit dem Gieumalsandstein des Himalaya angedeutet. Auch die Geologie dieser beiden Formationen gibt die geologische Zusammengehörigkeit derselben an. Aus GRIESBACH's Untersuchungen über jungjurassische und altertaceische Bildungen im Himalaya<sup>2</sup> will ich hier folgendes anführen.

Zwischen dem Niti-Pass und dem Satledsch, wo der Gieumalsandstein konkordant dem jurassischen Spitischiefer aufrucht, besteht die erwähnte Sandsteinformation zuunterst aus dunnschichtigem, grauem, verwittert braunem, Quarzsandstein, alternierend mit graulichen Quarzschiefern und von massigem, grauem Quarzsandstein überlagert, welcher in Hundés, s.w. von Dongpu, von hellgrauem bis weissem Kreidekalkstein mit *Rudisten* bedeckt ist. Der dunnschichtige Sandstein sowie der Quarzschiefer soll dem oberen Tithon, der massige Sandstein dem Neocom, der Kalkstein der oberen Kreide zugehörig sein. — Beim Sirkia-Fluss wurde von GRIESBACH

<sup>1</sup> Geology of the provinces Tsang und U. Mem. Geol. Survey of India, Vol. 36, Part. 2, Calcutta 1907, S. 38.

<sup>2</sup> Geology of Central Himalayas. Mem. Geol. Survey of India, Vol. 23, Calcutta 1891.

folgende Lagerung wahrgenommen: zuunterst Spitischiefer wechsellagernd mit und übergehend in dunnschichtigen, grauen Sandstein, welcher am Fuss des hohen Berges n. vom Scherik-Fluss von einem festen, grauen Quarzsandstein überlagert wird. Das Alter dieser Bildung wird als entweder untere Kreide oder oberes Jura geschätzt. — Etwas s. von Nabgo wird der erwähnte Sandstein konkordant von dem als obere Kreide gedeuteten Chikkimkalkstein mit *Inoceramus*-resten überlagert.

Die eben geschilderten geologischen Verhältnisse der jüngeren Jura- und älteren Kreidezeit herrschten nach V. KRAFFT<sup>1</sup> auch in der Provinz Kumaon, wo der Spitischiefer allmählich in den überlagernden Gieumalsandstein übergeht. In den oberen, teilweise schieferigen Partien des Gieumalsandsteins finden sich rote Schiefer von intensiver Terracottafarbe mit einigen Bändern von rotem Hornstein und hartem, grünlichem Schiefer.

Der Parallelismus zwischen den soeben aus dem Himalaya geschilderten Formationen und der im Transhimalaya vorkommenden Sandstein-Schieferserie ist auffallend, nur dass wir jetzt, dank der *Orbitolinaspecies* der von Dr. HEDIN im Transhimalaya angetroffenen Kalksteine, das Alter dieser Serie näher bestimmen können, als es früher möglich war: der Kalkstein, welcher dem Sandstein auflagert, gehört dem Barrémien an, der Sandstein selbst demnach etwa dem Neocom, die älteren, unterlagernden Schiefer sollten das Äquivalent des Spitischiefers bilden und demnach den jüngsten Teil des Jura-systems repräsentieren.

Die Verschiedenheiten der petrographischen Charaktere der einander entsprechenden Lagen dieser Serie aus dem Transhimalaya und Himalaya sind nur von lokaler Bedeutung und beruhen darauf, dass die betreffenden Lagen des Transhimalaya in mehreren Fällen eine mehr durchgreifende Metamorphose als die eben aus dem Himalaya beschriebenen durchgemacht haben.

Diese stark metamorphosierten Phyllite, Quarzschiefer, Quarzite und Kalkschiefer stimmen sehr gut mit den zeitlich entsprechenden Bildungen aus dem östlichen Himalaya z. B. aus der Gegend zwischen Gyantse und Schigatse oder zwischen dem Karo-la und dem Nam-tso überein, wovon HAYDEN<sup>2</sup> durch Granit- und Diabasintrusionen sowie Faltungen in Phyllite, Quarzite und Kalkschiefer umgewandelte Schiefer, Sandsteine und Kalksteine beschreibt. Auch hier fehlen Fossilien fast vollständig, was wenigstens teilweise auf der Zerstörung derselben durch die Metamorphose der Lagen beruht. HAYDEN glaubt jedoch auf Grund des allgemeinen Wiederkehrens derselben Gesteinstypen, die zuweilen jurassische Fossilien hegen, die ganze, weitverbreitete Serie als dem Jurasystem zugehörig ansehen zu dürfen.

Die ungefähre Verbreitung dieser Jura-Schiefer und -Sandsteine resp. -Quarzite im östlichen Himalaya geht aus der Karte (Pl. 47) in der zusammenfassenden Arbeit von HAYDEN über die Geologie der Provinzen Tsang und Ü in Tibet hervor.<sup>3</sup> Die betreffenden Formationen erstrecken sich von Sikkim und Bhutan im S. bis Lhasa und jenseits dieser Stadt im N., und es scheint<sup>4</sup> »highly probable that Mesozoic rocks (chiefly Spiti shales and other Jurassic beds) run continuously eastwards along the northern frontiers of Nepal and Bhutan, possibly even as far as the gorge of the Brahmaputra«.

Dank den HEDIN'schen Sammlungen wissen wir jetzt, dass dieselbe Schichtenserie sich auch nördlich des Brahmaputra, im Transhimalaya und auf der tibetanischen Hochebene verbreitet.

<sup>1</sup> Notes on the »Exotic Blocks« of Malla Johar in the Bhot Mahals of Kumaon. Mem. Geol. Survey of India, Vol. 32, Part. 3, Calcutta 1902.

<sup>2</sup> The geology of the provinces of Tsang and Ü. Mem. Geol. Survey of India, Vol. 36, Part. 2, Calcutta 1907, S. 38–40.

<sup>3</sup> BURRARD and HAYDEN, The geography and geology of the Himalaya Mountains and Tibet. Part 4. The Geology of Himalaya, Calcutta 1908.

<sup>4</sup> HAYDEN, op. cit., S. 241.

auch hier dieselbe lithologische Zusammensetzung beibehaltend, auch hier zwar teilweise dem jüngeren Jurasystem, teilweise aber dem älteren Kreidesystem, etwa dem Neocom, zugehörig.

Zahlreiche Vorkommnisse dieser Serie sind am Südabhang des Transhimalaya und in der Talniederung des Brahmaputra und Satledsch zwischen Schigatse im O. und dem Manasarovar—Rakas-tal im W. entblösst worden. Auch im Transhimalaya selbst ist die Serie oftmals angetroffen worden, aber nur in den Erosionseinschnitten der Quertäler. Da, wo die Wege Doktor HEDINS im Transhimalaya über Hochebenen und Höhenzüge hingen, kommt die Serie dagegen nicht zum Vorschein, sondern liegt hier bedeckt von anderen, jüngeren sedimentären und eruptiven Bildungen. Auch am Nordabhang des Transhimalaya und im Seengebiet nördlich des genannten Kettenzuges ist die Schiefer-Quarzitserie blossgelegt. Auch weiter nördlich auf der eigentlichen Hochebene von Südwesttibet kommt die Serie ab und zu zum Vorschein, obwohl der Gebirgsgrund dieser Hochebene hauptsächlich aus Kreidekalksteinen gebildet wird.

Diese jungjurassische-altcretaceische Lagenserie hat starke Gebirgsfaltungen mitgemacht (s. die Profilzeichnungen des Kapitels III) und ist von zahllosen Gängen oder Stöcken von Graniten, Dioriten, Diabasen und Peridotiten durchsetzt worden, was alles eine stärkere oder schwächere Pläzokontaktmetamorphose der ursprünglichen Sedimente verursachte und die Umwandlung der Tonschiefer, Kalksteine, Quarzschiefer und Quarzsandsteine zu Phylliten, Kalkschiefern, Quarzitschiefern resp. Quarziten hervorrief.

## B. Gault und Cenoman.

Während die als Jura-Neocombildungen gedeutete Schiefer-Quarzitserie fast rein mechanische Sedimente darstellt, treten die dieser Serie auflagernden Kreidebildungen als rein biogene Sedimente, fossilienführende Kalksteine, hervor.

Die Kalksteine sind dicht, von weissgrauer bis rotlich grauer Farbe. Sie bestehen aus einem feinstruierten Kalkmehl, das zuweilen durch molekulare Umlagerungen in ein kristallinisch-körniges Gefüge umgewandelt worden ist. Bei dieser Umkristallisierung wurden früher vorhandene Organismenreste mehr oder weniger vollständig zerstört und dadurch unbestimmbar gemacht.

In einigen Fällen ist es jedoch gelungen, die Bestimmung der Fossilienreste durchzuführen und dadurch auch die Feststellung folgender geologischen Abteilungen des Kreidesystems:

**Barrémien** mit *Orbitolina conulus* (forma A) und *Choffatella* sp.; (40), (63).

**Oberer Barrémien** oder **unterer Aptien** mit *Orbitolina bulgarica* (forma A) und *O. cf. discoidea* (forma B) (185), (189), (190), (200), (203), (204), (213), (760), (761).

**Albien** mit *Orbitolina subconcaua* und *O. bulgarica*, (192—195).

**Cenoman** mit *Praeradiolites Hedini* DOUV. (43—62), (885—888?).

Da der Barrémien von der hier oben als Neocom gedeuteten Quarzit-Sandsteinformation unterlagert wird und der Cenoman im Aksai-tschin von einem, allem Anschein nach, posteocänen Sandschiefer überlagert wird, scheint es, als wenn das Kreidesystem in Südwesttibet jetzt nur von Neocom, Gault und Cenoman vertreten ist. Der Frage, ob das immer der Fall gewesen sei, wollen wir jetzt etwas näher treten.

Im westlichen Himalaya, z. B. in Hundés, wird der Gieumalsandstein von hellgrauem, dichtem Kalkstein (Chikkimkalkstein) mit *Rudisten* oder anderen Bivalven (*Inoceramus* sp.) überlagert.<sup>1</sup> Leider wird nicht näher angegeben, welche Species der genannten Gattungen hier vertreten sind, wodurch die nähere Feststellung des Alters des Chikkimkalksteins sich

<sup>1</sup> GRIESBACH, Geology of the central Himalayas. Mem. Geol. Survey of India. Vol. 23. Calcutta 1891. S. 81, 131 26—123352. *Hedin Southern Tibet, 1906—1908*

nicht durchführen lässt. GRIESBACH nimmt jedoch an, dass dieser Kalkstein die obere Kreide repräsentiert. »The Chikkim limestone is further on followed by some 300' to 400' of a singular rock. — This is a densely hard, dark and purple silicious rock, with some layers of what appears like highly altered clay, shales and talcose shists. Whit it appears a dark basaltic rock, and the whole is greatly disturbed. But nevertheless what bedding is left is seen to be conformable to the upper cretaceous limestone. Fortunately after a long search I found some strongly contacted specimens of *Nummulites* in a calcareous portion of the altered rock, which I believe to will be found to correspond to the Nummulitic zone described by STOLICZKA from the Upper Indus, altered by a posteocene eruptive rock; the latter must be the basaltic trap, which disturbs the formation, and I believe the albite granite and syenite, which has played such an extensive rôle amongst the younger rocks of the Himalayas and the Perso-Afghan ranges, may be of nearly the same period.»

Die Kreide von Malla Johar in der Provinz Kumaon enthält<sup>1</sup> nur unbedeutende Einnischungen von Kalksteinen und ist fast ausschliesslich aus Sandstein und Schiefer zusammengesetzt. Die ganze Serie, die ihrer Ähnlichkeit mit dem europäischen Flysch wegen eben den Namen Flysch erhalten hat, gehört ihrer ganzen Mächtigkeit nach dem Kreidesystem an und ist älter als die eocäne Trapformation des Indus-Tales.

Im östlichen Himalaya, in der Nähe von Kampa dzong, folgt auf die sandigen bis tonigen Jurasedimente ein fossilfreier, schieferiger Kalkstein, der nach HAYDEN<sup>2</sup> den Neocom und Gault repräsentieren soll. Auf diesem Kalkstein ruhen Schiefer und Kalksteine mit Fossilien, die die Zugehörigkeit dieser Ablagerungen zum Cenoman, Turon und Senon beweisen. Auf diese folgt in konkordanter Lagerung ein Sandstein, der nach den Vermutungen HAYDEN's während der Danienzeit abgelagert wurde. Dieser Sandstein wird von fossilführenden tertiären Kalksteinen und Schiefen überlagert.

Aus dem eben Gesagten geht hervor, dass die lithologischen Charaktere der Kreideschichten in Südwesttibet näher mit denen im westlichen und centralen als im östlichen Himalaya übereinstimmen. Während im östlichen Himalaya der Neocom und Gault aus Kalksteinen besteht, setzt sich der Neocom von Hundés, Kumaon und Südwesttibet aus sandigen und tonigen Lagen und der Gault in Südwesttibet aus hellen Kalksteinen zusammen. Der Cenoman des östlichen Himalaya besteht aus Schiefer, derselbe Horizont Südwesttibets aus hellem Rudistenkalkstein; was in Hundés und Kumaon dem Gault und Cenoman des Südwesttibet entspricht, ist nicht in Einzelheiten festzustellen. Soviel wissen wir jedoch, dass der Chikkimkalkstein des Himalaya wenigstens teilweise ein Seitenstück zu dem Gault-Cenomankalkstein in Südwesttibet bildet.

Es sollte dann erwartet werden, dass eventuell in Südwesttibet vorhandene Turon-Senonbildungen petrographisch mit dem »Flysch« von Hundés und Kumaon übereinstimmen sollten. Das ist jedoch nicht der Fall. Die auf dem cenomanen Rudistenkalkstein des Aksai-tsching auflagernden Sandsteine ähneln petrographisch gar nicht dem jungcretaceischen »Flysch« aus Hundés, wie GRIESBACH diesen beschrieben hat. Dazu kommt, dass diese Sandsteine auf Kosten von Turmalingraniten und anderen eocänen Eruptivgesteinen entstanden sind und demnach selbst postgranitisch, d. h. posteocän, sind.

Man kann demnach anzunehmen wagen, dass, was es von postcenomaner Kreide früher in Südwesttibet eventuell gab, nunmehr den erodierenden Kräften zum Opfer gefallen ist.

Die einzigen Bildungen, die in dem von Dr. HEDIN untersuchten Gebiete als Repräsen-

<sup>1</sup> A. V. KRAFFT, Notes on the »Exotic Blocks« of Malla Johar on the Bhot Mahals of Kumaon. Mem. Geol. Survey of India, Vol. 32, P. 3, Calcutta 1902, S. 133.

<sup>2</sup> Geology of the Provinces Tsang and U. Mem. Geol. Survey of India, Vol. 36, P. 2, Calcutta 1907, S. 41.

tanten dieser jungcretaceischen »Flysch«-Formation gelten konnten, wären die hier oben (S. 97) beschriebenen, in den höchstgelegenen Teilen des Patschentales, nno. von der nordöstlichen Ecke des Manasarovar anstehenden, grünen oder violetten, teilweise etwas talkigen Phyllitschiefer. Da ich indessen keine anderen Stützen für eine solche Annahme habe als petrographische Übereinstimmung der Formationen, beschränke ich mich auf diese Andeutung der Möglichkeit, dass wir nno. vom Manasarovar Repräsentanten der sonst in Südwesttibet vermissten jungcretaceischen Flyschformation des westlichen und centralen Himalaya haben.

Die Gault-Cenomanbildungen treten an verschiedenen Stellen längs dem Reisewege Dr. HEDIN's zu Tage; vom Aksai-tsching im NW. bis Tomo-schapko, etwas nördlich des Sees Ngangtse-tso, im SO., vom Ngangsi-tso im O. längs dem Nordrande des Transhimalaya wenigstens bis Jumba-Matsen im W. Innerhalb des Transhimalaya selbst sind sie anstehend nur bei den Indus-Quellen angetroffen worden (760), (761). Im Brahmaputra-Tal sind keine beweisbaren Gault-Cenomanablagerungen aufgefunden.

Ausser den schon erwähnten Ablagerungen, deren Alter festgestellt worden ist, gibt es in Südwesttibet auch andere, mutmasslich ebenfalls zum Kreidesystem hinzuführende Kalksteine (S. 166). Diese sind dicht oder halbkristallinisch und ohne Fossilien. Da sie indessen mit den Gault-Cenomankalksteinen vergesellschaftet vorkommen, konnte man anzunehmen wagen, dass sie die eine oder die andere Abteilung des Kreidesystems repräsentieren.

In der Nähe von Lhung-nak (Fig. 13) werden Kreidelagen, die beweislich dem Aptien zugehörig sind, von intrusiven Gängen von Quarzamphiboldioritporphyr durchsetzt. Die Eruptionszeit dieser Gangformation muss folglich wenigstens spätcretaceisch sein.

### C. Eocän.

Seit lange kennt man aus dem oberen Indus-Tal eine Eocänformation, die sich aus limnischen Konglomeraten, Sandsteinen und Schiefern zusammensetzt und von marinen Kalksteinen mit *Nummulites* überlagert wird. In Zangskar wird dieser Horizont von einem Nummulitenkalkstein repräsentiert. Auch in Hundés soll nach GRIESBACH derselbe Nummulitenkalkstein vorkommen, hier die jungcretaceische »Flysch«-Formation überlagernd. Ebenso sollen angeblich Überbleibsel der marinen eocänen Formation im centralen Tibet vorkommen. Man mochte da erwarten, dass Reste derselben eocänen Nummulitenformation auch in Südwesttibet anzutreffen sein dürften.

Unter den mir überlassenen Gesteinsproben aus dem Transhimalaya und Südwesttibet gibt es indessen keine einzige, in der ich eine Nummulitenschale aufgefunden habe. Es will mir folglich scheinen, als wenn das Nummuliten-Meer niemals das südwestliche Tibet bedeckt hat. Ausgeschlossen ist jedoch natürlich nicht, dass die Nummulitenformation sich einmal auch über Südwesttibet hinaus erstreckte, dass aber dieselbe nachher den abtragenden Kräften zum Opfer gefallen ist. Die letztere Annahme kommt mir indessen viel unwahrscheinlicher als die erstere vor und zwar aus folgenden zwei Gründen. So, ohne eine Spur von sich in den Moränen und Blockanhaufungen zu hinterlassen, könnte wohl kaum eine so leicht kenntliche Bildung wie der Nummulitenkalkstein vernichtet worden sein. Auch in den o. und s.o. des von HEDIN erforschten Gebietes gelegenen tibetanischen Provinzen Tsang und Ü fehlt nach HAYDEN<sup>1</sup> die Nummulitenformation.

Da in den zuletzt genannten Provinzen, beispielsweise bei Kampa dzong und Tuna, fossilienführende, unzweifelhaft alttertiäre Kalksteine und Schiefer aufgefunden worden sind, will

<sup>1</sup> Mem. Geol. Survey of India, Vol. 36, Part 2. S. 56

HAYDEN<sup>1</sup> die erwähnte Abwesenheit der Nummuliten dadurch erklären, dass die tertiäre Sedimentation in diesen Gegenden sich nicht so weit wie in die Nummulitenzeit hinein erstreckte, und dass folglich die hier anstehenden Tertiärablagerungen den unteren Ranikat, d. h. nur den älteren Eocän, repräsentieren. Nicht einmal von diesen alteocänen Bildungen habe ich in Südwesttibet Spuren wiedergefunden.

Kurz und gut: eocäne marine Sedimente scheinen in Südwesttibet zu fehlen.

Die eocäne Nummulitenformation des oberen Industales und von Hundés soll nach wiederholten Angaben durch »basaltic trap» metamorphosiert worden sein, welcher folglich selber späteoecän oder posteocän sein muss. Die mit diesem Namen bezeichneten Gesteine gehören zur Familie der ultrabasischen Peridotite und der Diabase und haben, wie schon früher (S. 101) hervorgehoben wurde, eine weite Verbreitung. In Ladak bilden sie Intrusionen in tertiären Ergussgesteinen, in den tibetanischen Provinzen Tsang und Ü intrusive Gänge in jurassischen und cretaccischen(?) Sedimenten, im oberen Satledsch- und Brahmaputratäl, zwischen Rakas-täl und Schigatse, zahlreiche Intrusivgänge in den hier anstehenden Jura- und Neocomablagerungen. Petrographisch wie auch geologisch mit der nachweislich spät- oder posteocänen basischen Gangformation von Hundés zusammengehörig, dürfen die innerhalb des von HEDIN erforschten Gebietes vorkommenden Peridotite und Diabase nicht nur als postneocome, sondern auch als spät- oder posteocäne angesehen werden.

Zusammen mit den soeben erwähnten Peridotit-Diabasgängen des Satledsch-Brahmaputratäles kommen Gänge von verschiedenen Granitvarietäten vor; sowohl der saure Muscovit-Turmalingranit wie der basische Hornblendegranit, sowie auch die dazwischen liegenden Zweiglimmergranite und Granitite sind hier vertreten. Dieselben Gänge sowie die mit diesen auf das innigste zusammengehörigen dioritischen Gänge kommen auch im Transhimalaya und n. davon vor, hier sogar Aptienkalksteine durchsetzend. Hieraus folgt, dass die granito-dioritischen Gänge von Südwesttibet wenigstens dem Postaptien zuzurechnen sind.

Petrographisch identische Granit-Dioritgänge sind von HAYDEN, die Juraserie in den Provinzen Tsang und Ü durchsetzend, entdeckt worden, ja, es kommt HAYDEN<sup>2</sup> sehr wahrscheinlich vor, dass ebensolche Granitgänge in der Nähe des Lingshi-la die cretäischen und alttertiären Schichten der Kampaserie beeinflusst haben, wonach die fragliche Eruptivformation nicht älter als eocän sein könnte.

Ich will indessen nicht unerwähnt lassen, dass nach HAYDEN<sup>3</sup> der Biotitgranit in Rupshu von spät- oder posteocänen Gängen der hier oben erwähnten ultrabasischen Serie durchsetzt wird, woraus folgt, dass der Granit wenigstens etwas älter als diese Serie sein muss.

Aus dem schon Gesagten geht hervor, dass die betreffenden Granite, obwohl ihr Alter sich noch nicht ganz genau bestimmen lässt, als Gänge hervorbrachen entweder gegen das Ende der Kreide- oder während der älteren Teile der Tertiärzeit.

Es lage überdies nichts Unwahrscheinliches in einer derartigen Annahme, dass verschiedene Glieder einer geographisch so weit ausgedehnten Eruptivformation zu verschiedenen Zeiten emporbrechen könnten.

Allgemein wird es angenommen, dass die Intrusion der Granitgänge des Himalaya ursächlich und zeitlich mit den Erdkrustenbewegungen, durch welche der Himalaya geschaffen wurde, zusammenfällt. Dieselbe Annahme kann auch ebenso gut betreffs der Intrusion der Transhimalayaer Granitgänge begründet werden. Diese Krustenbewegungen brauchen indessen innerhalb des von denselben beeinflussten weiten Gebietes nicht nur nicht homochron, sondern nicht

<sup>1</sup> Mem. Geol. Survey of India, Vol. 36, Part 2, S. 56

<sup>2</sup> loc. cit., S. 62.

<sup>3</sup> Mem. Geol. Survey of India, Vol. 36, Part 1, S. 100.



einmal homotax gewesen zu sein; gewisse derselben könnten schon in der jüngeren Kreide-, andere erst in der älteren Tertiärzeit eingesetzt haben. Daraus folgt, dass sich gewisse der fraglichen Granit-Dioritgänge schon während der jüngeren Kreidezeit gebildet haben können, andere erst später, während oder sogar nach der Eocänzeit.

Ich habe bisher alle hierher gehörigen Gänge aus Südwesttibet als gleichaltrig bezeichnet, da keine Beobachtungen vorliegen, aus denen Schlussfolgerungen über das gegenseitige Alter derselben gezogen werden können. Aus dem Himalaya weiss man jedoch, dass der basischere Hornblendegranit etwas älter ist als der Biotitgranit und dieser seinerseits etwas älter als der Muscovit-Turmalingranit. Dieser Altersunterschied ist indessen nicht so gross, dass nicht die erwähnten Granite als Differenzierungsprodukte desselben eocänen Magmas angesehen werden können.<sup>1</sup>

Innerhalb des Transhimalaya treten auch Ergussgesteine wie Liparite, Dacite, Andesite und Basalte zusammen mit vulkanischen Tuffen auf. Sie wurden nur auf den Höhen, nicht in den tiefen Erosionseinschnitten angetroffen. Die Unterlage dieser Laven und Tuffe besteht aus der sedimentären Jura-Gaultserie; auch kommen Bruchstücke der erwähnten Sedimente in den Laven eingebacken vor. Hieraus kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass diese Lavenformation nicht älter als jungcretaceisch sein kann.

In Malla Johar wird<sup>2</sup> die vermutlich jungcretaceische »Flyscht«-Formation von andesitischen und noch basischen Lavenmassen und Tuffen überlagert. Diese Laven und Tuffe, die petrographisch mit den von HEDIN im Transhimalaya angetroffenen identisch sind, werden allgemein als eocän angesehen. Derselben Eruptionszeit gehören<sup>3</sup> auch an die »outbursts of basic lavas which flowed over parts of Ladak, Ngari Khorsum and Western Tibet, whilst dykes of basalt and allied rocks were formed by the injection of the basic magma into fissures both in the sedimentary beds and in the granite. The igneous phase began with the intrusion of masses of granite into the sedimentary deposits of the Tibetan zone« (of the Himalaya). — In der Gegend zwischen Kampa-partsi und Chaksam (s.ö. von Schigatse) sind lose Blöcke von dacitischen Laven angetroffen worden. Auch diese Laven sollen nach HAYDEN späteocän sein.

Aus dem hier oben Angeführten geht hervor, dass die Eruption der Laven des Transhimalaya nicht vor der cenomanen Zeit erfolgen konnte, und dass im Himalaya mit denen des Transhimalaya petrographisch identische Laven erst in späteocäner Zeit hervorgebrochen sind. Hieraus kann gefolgert werden, dass die Laven des Transhimalaya späteocänen Alters sein durften. Folglich sollten die effusiven Laven im Transhimalaya und die als Gänge auftretenden Eruptivgesteine im Transhimalaya und in Südwesttibet im grossen und ganzen derselben Eruptionszeit angehören, Produkte derselben jungcretaceischen-späteocänen vulkanischen Tätigkeit sein.

#### D. Jungtertiär.

Wie schon oben (S. 171—172) hervorgehoben wurde, kommt innerhalb des von HEDIN untersuchten Gebietes eine allgemein verbreitete sedimentäre Formation vor, die sich aus Konglomerat, Sandstein und Sandsteinschiefer zusammensetzt. Die Bildungen bestehen aus Trummern, Körnern oder Splitterchen der mesozoischen und eocänen Gesteine der betreffenden Gegend und sind auf Kosten solcher entstanden. Dieselben sind demnach posteocän und bilden

<sup>1</sup> HAYDEN, Geogr. a. Geol. of the Himalaya mountains and Tibet. IV. The Geology of the Himalaya. Calcutta 1908, S. 220.

<sup>2</sup> A. V. KRAFFT, Note on the »Exotic Blocks« of Malla Johar in the Bhot Mahals of Kumaon, Mem. Geol. Surv. of India, Vol. 32, P. 3. Calcutta 1902.

<sup>3</sup> HAYDEN, loc. cit., S. 256

lacustrine oder fluviatile, fossilere Anhäufungen von Verwitterungsmaterial besonders von den eocänen Graniten, Dioriten, Gabbros und Pyroxeniten sowie von den effusiven Äquivalenten dieser Gesteine her.

Aus den Profilen (Figg. 8—10, 14, 17—20) ist ersichtlich, dass diese posteocäne Formation, die unter wechselndem Fallen und Streichen den mesozoischen Sedimenten diskordant aufrucht, wenigstens teilweise die Gebirgsfaltungen des Transhimalaya mitgemacht hat. Die erwähnte Diskordanz zwischen dieser Formation und den Jura-Kreidesedimenten deutet ihrerseits eine Lucke der Sedimentation an; während dieser Zwischenperiode erfuhren die älteren Sedimente eine starke Gebirgsfaltung. — Im Aksai-tschin wird der Cenomankalkstein mit *Praeradiolites Hedin* DOUV. zunächst von einem posteocänen, grünen, sandigen Schiefer und dieser von einer oten Sandstein-Konglomeratbildung überlagert.

Die petrographische Verbreitung dieser posteocänen Bildungen ist eine sehr grosse. Sie kommen sowohl im Tschang-tschenmo und auf dem tibetanischen Hochplateau, wie auf dem Transhimalaya, im Brahmaputra-, Satledsch- und Industal vor.

Noch junger als diese Formation sind die losen Konglomerate in horizontaler Lagerung, die keine Gebirgsfaltung mitgemacht haben.<sup>1</sup> Solche sind im oberen Brahmaputratäl und am Westufer des Manasarovar angetroffen worden. In den mir überlassenen Stufen dieser Bildung fehlen Fossilien vollständig.

Dieselbe Konglomeratbildung ist von mehreren Forschern in Hundés angetroffen worden, nach R. STRACHEY, LYDEKKER, GRIESBACH u. a. m. hier mächtige, horizontale Lagen bildend, die, zuweilen Säugetierreste umschliessend, die mesozoischen und tertiären Formationen der erwähnten Provinz bedecken. Hierüber äusserst sich GRIESBACH,<sup>2</sup> wie folgt: »Between Nabgo and Dongpü . . . I found a coarse sandstone resting inconformably on the altered *Nummulitic* rocks. It is a grey sandstone of the pepper- and salt colour common in the Siwaliks, in thin bands, divided by shaly portions of the same, and partings of gritty conglomerate. No fossils . . . They are unconformably overlaid, and lost under masses of younger deposits near Dongpü . . . The sandstone, which cannot be older than miocene, has a rolling dip to North . . . Conglomerates, grits, soft friable sandstone and clays rest horizontally alike over this sandstone and the older beds below . . . Contain occasionally remains of Mammalia . . .

Diese Siwaliksedimente sind nach den nunmehr geläufigen Anschauungen<sup>3</sup> pliocän, und die dieselben in horizontalen Schichten überlagernden Konglomerate mit Säugetierresten sollen nach LYDEKKER<sup>4</sup> pleistocänen Alters sein.

Wenn diese Anschauung richtig ist, muss die Ablagerung der hier oben aus Südwesttibet erwähnten postruptiven Sandsteinbildung vor der Pleistocänzeit, d. h. während der Oligocän-, Miocän- und Pliocänzeit, vor sich gegangen sein.

Eine nähere Altersbestimmung der betreffenden Sedimente ist mir mit dem vorhandenen Materiale nicht möglich. Einige von den hierher gehörigen Ablagerungen scheinen nähere Beziehungen zu der Siwalik-, andere zu der Sirmurserie zu zeigen. Es kommt mir sehr wahrscheinlich vor, dass die Bildung dieser grösstenteils aus Verwitterungsmaterial der eocänen Eruptivmassen der Gegend bestehenden Ablagerungen sofort nach den Eruptionen begann, um sich bis zum Abschluss der Gebirgsfaltungen, d. h. bis zur Pleistocänzeit, fortzusetzen.

Die innerhalb des von Dr. HEDIN untersuchten Gebietes von Tibet allgemein verbreiteten, gewöhnlich grünlich grauen Sandsteinablagerungen, die mit ausgeprägter Diskordanz den

<sup>1</sup> Oben, S. 171.

<sup>2</sup> Geology of the Central Himalayas Mem. Geol. Survey of India, Vol. 23. Calcutta 1891. S. 131.

<sup>3</sup> Cf. HAYDEN, Geogr. a. Geology of the Himalaya mountains and Tibet, p. IV. The Geology of the Himalaya. Calcutta 1908. S. 258.

<sup>4</sup> Rec. Geol. Survey of India, Vol. 14. Calcutta 1881. S. 178.

mesozoischen und eocänen Bildungen aufrufen und auf Kosten derselben entstanden sind, setzten sich demnach während der Oligo-, Mio- und Pliocänzeit ab und sind von den tertiären Gebirgsfaltungen des südlichen Tibet beeinflusst worden. Die diskordant auf diesen jungtertiären Schichten in horizontaler Lagerung ruhenden, ziemlich losen Konglomerate und Sandsteine sind zum Pleistocän zu rechnen.

### E. Jetztzeit.

Noch jünger als die pleistocänen Sedimente sind die um heisse Quellen herum vor sich gehenden Kalksinterabsetzungen, sowie die Gipsausscheidungen, die hier oben (S. 167) eine kurze Erwähnung fanden. Hierher gehören auch die losen Erdarten, Moränenablagerungen, fluvio-glaziale Bildungen, Schwemmsande und -tone sowie Moorbildungen etc., die innerhalb des von Dr. HEDIN erforschten Gebietes massenhaft vorkommen. Von solchen Bildungen sind jedoch keine Proben mitgenommen worden.

Tabelle der postjurassischen Transhimalayaer und Himalayaer Formationen.

Transhimalaya und Südwesttibet	Nördliche Zone des Himalaya.	Zentral-Himalaya.	Südliche Zone des Himalaya (= Subhimalaya).	Europa.	
Horizontal liegende, lose Konglomerate und Sandsteine.	Konglomerate mit Säugetierresten in Hundés, »Karewas« in Kaschmir.	—	Flussterrassen.	Pleistocän.	Posttertiär.
Gefaltete, grünlich graue Sandsteine und Sand-schiefer sowie Konglomerate.	Sandsteine in Hundés.	—	Sivalikserie. Sirmurserie.	Pliocän. Miocän. Oligocän	Tertiär.
Granite, Diorite, Gabbros, Peridotite; Liparite, Dacite, Andesite, Basalte; Tuffe.	Nummulitenkalkstein in Zangskar und Hundés; »Tertiär des Industales«; oberer Teil des Kampasystems. Gang- und Ergussgesteine.	Gänge von Turmalin-, Biotit- und Hornblendegraniten; Laven von Malla Johar.	—	Eocän.	
—	»Flysch« in Hundés.	Kalkstein »Flysch« in Kumaon.	—	Jüngere Kreide	Kreide.
Kalkstein mit <i>Praeradiolites Hedini</i> Douv.	des un-	—	—	Cenoman.	
Kalksteine mit <i>Orbitolina</i> species.	Chikkimkalkstein.	—	—	Gault.	
Quarzitischer Sandstein, Quarzschiefer, Jaspis mit Radiolarien.	Gieumalsandstein.	Kampa-systems. Gieumalsandstein	—	Neocom.	
Phyllitische Schiefer	Spitischiefer.	Spitischiefer.	—	Ob. Jura.	Jura.

## 2. Die cretaceischen tertiären Niveauveränderungen in Südwesttibet.

Am Ende der Jurazeit begann das Meer immer seichter zu werden. Die Sedimente des jüngsten Jurameeres bestanden aus feinem, terrigenem Detritusmaterial, aus dem ein feinkorniger Tonschiefer, Spitschiefer, hervorging. Im Anfang der Kreidezeit herrschten noch ungefähr dieselben Verhältnisse, nur dass das Meer immer seichter wurde. Gleichzeitig nahm die Korngrösse des terrigenen, ins Meer ausgeführten Materiales zu. Auf den Schiefer folgt ein Sandstein, Gieumalsandstein, zuerst in Wechsellagerung mit Schiefer, dann herrschend. Hier und da spürt man indessen Oszillationen des Meeresstandes während der ganzen Neocomzeit: Einlagerungen von Schiefer- und Jaspislagen im Sandstein kommen nicht selten vor.

Schon in den ältesten Zeiten des Gaults wurde das Kreidemeer tiefer. Auf das terrigene Sediment des Neocoms folgen rein biogene Kalksteine mit Orbitolinen und Rudisten. Zwischen dem Neocom und dem Gault-Cenoman herrscht demnach in lithologischer Beziehung ein scharf markierter Unterschied. Ob dieser Unterschied unvermittelt dasteht, oder ob es, wie sich vermuten lässt, Übergangsglieder zwischen der Sandsteinformation des Neocoms und der Kalksteinformation des Gaults gibt, ist zur Zeit unmöglich festzustellen. Für die genaue Beantwortung dieser Fragen wären detaillierte stratigraphische Untersuchungen, beispielsweise in der Gegend von Tomo schapko, notwendig. So viel steht indessen fest, dass schon im Anfang der Gaultzeit das Kreidemeer tiefer geworden war, was natürlich auch eine Transgression dieses Meeres über früheres Festland hinaus hervorrief. Auch während der Cenomanzeit herrschten dieselben Verhältnisse; ein relativ tiefes Meer bedeckte auch während dieser Zeit das westliche und südwestliche Tibet.

Nach W. stand dieses Gault-Cenomanmeer in offener Kommunikation mit dem Gault-Cenomanmeer, aus welchem sich die Kalksteine mit Orbitolinen und Rudisten bei Vahneh und Bendé Burida südlich des Kaspischen Meeres, bei Erekli am Schwarzen Meere, im Libanon, Balkan etc. absetzten.<sup>1</sup> Nach SW., innerhalb der tibetanischen Zone des Himalaya, fand auch eine postneocom Transgression des Kreidemeeres statt; auf die Seichtmeerbildung des Gieumalsandsteins folgt hier nämlich der Chikkimkalkstein mit *Inoceramus*, *Rudisten* etc. Im SO., in den Provinzen Tsang und Ü, scheint sich dagegen das Seichtmeer bis zur Turonzeit erhalten zu haben, indem die eigentliche Transgression hier zuerst mit oder nach dem Turon begann.

Die Fortdauer dieser Gault-Cenomansubmersion scheint weder in dem von Dr. HEDIN untersuchten Gebiete von Tibet noch im westlichen Himalaya allzu lang gewesen zu sein, ja, es gibt Gebiete im Himalaya, z. B. bei Malla Johar, die keiner eigentlichen Submersion während der Kreidezeit unterworfen worden sind. Hier wird die ganze Kreide oberhalb des Gieumalsandsteins von der sogenannten Flyschformation repräsentiert, einer Bildung, die sich wohl teilweise im Seichtmeer abgesetzt hat, teilweise aber als subaërische Tuffe anzusehen ist. Sonst folgt im Himalaya diese Seichtwasser- oder subaërische Formation zuerst auf den marinen, in grösseren Tiefen des Kreidemeeres abgesetzten Chikkimkalkstein. Wenn, wie hier oben (S. 202) vermutet wurde, der Chikkimkalkstein ein Äquivalent des Gault-Cenomankalksteins von Südwesttibet ist, so wäre damit bewiesen, dass die Submersion dieses Gebietes sich nicht über die Cenomanzeit hinaus erstreckte. Südöstlich dieses Gebietes aber dauerte die Submersion bis in die älteste Eocänzeit hinein fort.

Von einem Nummulitenmeer zeigen die von HEDIN untersuchten Gebiete ebensowenig Spuren wie die von HAYDEN in Tsang und Ü durchforschten.

<sup>1</sup> Siehe hier oben, S. 145

Allem Anschein nach lag Südwesttibet schon während der jüngeren Kreide- und älteren Tertiärzeit über dem Meeresniveau, ausgesetzt den verwitternden und erodierenden Kräften, durch welche schon abgelagerte Bildungen losgerissen und wegtransportiert wurden unter Entblossung der unterliegenden Formationen. Der Gebirgsgrund zeigt deutliche Spuren einer Piézokontaktmetamorphose, d. h. die Gegend war vielleicht schon in jungeretaceischer, ganz bestimmt aber noch in eocäner Zeit der Schauplatz durchgreifender Gebirgsfaltungen und einer lebhaften vulkanischen Tätigkeit. Durch diese jungeretaceischen-eocänen Faltungen wurde die erste Anlage der Höhenzüge des Transhimalaya und Himalaya geschaffen. Erst gegen das Ende der pliocänen, vor dem Anfang der pleistocänen Zeit liessen die Faltungen nach. Durch dieselben wurde ein von Anfang an einheitlicher Gebirgskomplex, was wir jetzt Transhimalaya und Himalaya nennen, emporgepresst. Zur gleichen Zeit wurden die Jura-Kreideablagerungen dieses Gebietes von einer Kontaktmetamorphose seitens der dieselben durchsetzenden Eruptivmassen stark beeinflusst. Der ältere Gebirgsgrund wird von zahllosen Granit-, Diorit-, Gabbro- und Peridotitgängen durchsetzt. Über denselben hinaus breiteten sich hier und da Decken von liparitischen, dacitischen, andesitischen und basaltischen Laven sowie von Vulkantuffen. Dieselben Eruptivmassen kamen auch im Himalaya zu derselben Zeit, d. h. während des Eocäns, zum Vorschein.

Unterdessen schreitet die Verwitterung und Erosion sowie die Ablagerung des Verwitterungsmateriales fort. Auf Kosten besonders der Eruptivmassen bildeten sich Konglomerate, Sandsteine und Sandschiefer, in diskordanter Lagerung den Jura-Kreideformationen aufruhend. Auch diese Bildungen haben Gebirgsfaltungen mitgemacht, was beweist, dass solche sich weit über die Zeit der Vulkantätigkeit, d. h. die Eocänzeit, hinaus erstreckten.

Nur die pleistocänen Konglomerate im Brahmaputra- und Satledschtal liegen noch in ursprünglicher Lage, horizontal. Erst während und nach der Pleistocänzeit scheinen demnach die Gebirgsfaltungen dieser Gegend aufgehört und eine relative Ruhe eingetreten zu sein, nachdem sie über die ganze Tertiärzeit hindurch fortgedauert hatten.

### 3. Die Abtrennung des Transhimalaya von dem Himalaya und von dem tibetanischen Hochlande.

Die Festlandepoche des südlichen Tibet begann vermutlich in postcenomaner und erstreckte sich bis über pliocäne Zeit hinaus. Die Einwirkung der Atmosphären während dieser langen Epochen muss besonders in den gefalteten Gebirgen des Transhimalaya—Himalaya sehr kräftig gewesen sein. Tiefe Erosionseinschnitte wurden eingegraben unter Blosslegung alterer Teile der sedimentären und tieferer Niveaus der eruptiven Formation. So sind hier und da auf den Hohen des Transhimalaya Gaultkalksteine und glasige bis schlackige Laven von wechselnder Acidität fest anstehend angetroffen worden; auf den Talböden der quergehenden Erosionstäler sind nur Neocom- oder Jurasandsteine sowie granitische, dioritische oder noch basischere Ganggesteine fest anstehend wahrzunehmen.

Besonders scharf markiert sich der Unterschied der Zusammensetzung der Boden, wenn man den Gebirgsgrund des Transhimalaya mit demjenigen des Brahmaputra- und Satledschtales vergleicht. (Siehe z. B. die Figg. 14, 15, 20, 21 hier oben.) Auf den Hohen des inneren Transhimalaya, insofern es sich nicht um tiefere Taleinschnitte handelt, finden wir nur Ergussgesteine und Vulkantuffe sowie Kreidekalksteine, der Jura-Neocomformation aufruhend; im Satledsch-Brahmaputratral sehen wir anstatt Ergussgesteine oder Vulkantuffe nur tiefere Teile, Gänge, derselben Eruptivformation und anstatt Kreidekalksteine nur Jura-Neocom-

sedimente. Schuld an dieser Entblössung der unteren, resp. älteren Teile der Eruptiv- und Sedimentformationen in den Tälern zwischen dem Transhimalaya und Himalaya muss eine kräftig wirkende Flusserosion sein. Die Talniederungen des Gartok-Indus-, Satledsch- und Brahmaputratals wären demnach hauptsächlich als Erosionseinschnitte in einem ursprünglich einheitlichen Gebirgskomplex längs der Längsachse desselben entstanden. Erst infolge der Ausgrabung dieser Erosionstäler wurde eine nördliche Zone, der jetzige Transhimalaya, von einer südlichen, dem jetzigen Himalaya, abgetrennt. — Hiermit wird natürlich nicht die Möglichkeit geleugnet, dass diese Täler der Gebirgsfaltung oder anderen orogenetischen Ursachen ihre erste Entstehung verdanken, indem durch solche die Wege den fließenden, ausnagenden Gewässern vorgezeichnet wurden.

Wenn man ohne weiteres annehmen darf, dass diese Erosionstätigkeit sofort nach dem Emporbrechen des cenomanen Meeresbodens anfang, so war das Resultat derselben noch in der eocänen Zeit relativ unbedeutend. Niemals sind fest anstehende Laven oder subaërische Vulkantuffe im Brahmaputra-, Satledsch- oder Gartok-Industal angetroffen worden.<sup>1</sup> Wenn die erwähnten Täler schon während der Zeit der eocänen Eruptionen ausgegraben gewesen waren, wurden in denselben natürlich Spuren von Ergussgesteinen (Laven) ebensogut oder vielmehr besser als auf den Höhen des Transhimalaya und Himalaya aufbewahrt worden sein. Die einzigen in den Tälern anzutreffenden Reste der erwähnten Eruptionszeit bestehen aus habituellen Tiefengesteinen, Graniten, Dioriten, Gabbrodiabasen und Peridotiten oder Pyroxeniten, die als Gänge in jurassischen oder altcretaceischen Sedimenten tief unter der damaligen Oberfläche erstarrten, und die erst durch eine tief eingreifende Denudation blossgelegt worden sind.

Andererseits sind auch bedeutende Teile der oligocänen-pliocänen Sandsteinformation<sup>2</sup> von den erodierenden und transportierenden Atmosphärrillen zerstört worden. So stellt z. B. der Kailas (Fig. 14) nur einen Erosionsrest der einstigen, bedeutenden, jungtertiären Sandstein- und Konglomeratformation dar. Hieraus kann gefolgert werden, dass die Ausgrabung der erwähnten Täler noch in pliocäner Zeit nicht beendet war.

Ferner. Auf der Strecke vom Rakas-tal bis Schigatse kommen nur vereinzelte Reste der pleistocänen Formation vor, die in Hundés von bedeutender Verbreitung und Mächtigkeit ist. Die fluviatile oder lacustrine Formation ist einerseits streng an das Brahmaputrat tal gebunden, was beweist, dass dieses Tal schon zur pleistocänen Zeit in den Hauptzügen fertig dalag. Andererseits beweisen die kümmerlichen, jetzt zerstreuten Reste der, wie gesagt, weiter westwärts zusammenhängenden und mächtigen Bildung, dass das Erosionsvermögen des Brahmaputra auch nach den pleistocänen Zeiten fortdauerte.

Dieser, auf jetzt bekannten geologischen Tatsachen ruhenden Darlegung nach sind die Talniederungen, die den jetzigen Transhimalaya vom Himalaya trennen, als Erosionstäler anzusehen. Da eine ganze andere Meinung über die Natur derselben Täler von Dr. FELIX OSWALD<sup>3</sup> ausgesprochen worden ist, will ich hier auf die Darstellung des erwähnten Verfassers näher eingehen.

Ein Blick auf die Karte Dr. HEDIN's über den Transhimalaya lehrt, dass der genannte Gebirgskomplex sich aus mehreren unter sich subparallelen Rucken zusammensetzt, und dass das Brahmaputrat tal dieselben unter schiefen Winkeln abschneidet. Ähnlich verhält sich auch der armenische Taurus, dessen in SW.—NO. streichende Gebirgsketten sowohl auf der Nord- wie auf der Südseite durch n.w.—s.o. Verwerfungen abgeschnitten sind. Hiernach stellt der

<sup>1</sup> Vgl. oben, die Karte Fig. 5, S. 170.

<sup>2</sup> Vgl. oben, Figg. 8, 10, 14, 17, 18.

<sup>3</sup> Trans-himalaya and Tibet, Science Progress, No 17, Juli 1910

armenische Taurus einen »uplifted block« von älteren metamorphischen Gesteinen dar, einen Horst, der sich aus subparallelen Falten zusammensetzt. Aus dieser scheinbaren Homologie zwischen dem Transhimalaya und dem armenischen Taurus schliesst OSWALD, dass auch der Transhimalaya ein »uplifted block«, ein altes Faltungsgebiet sei, das am Nord- wie am Südrand von ö.—w. Verwerfungslinien begrenzt ist. Das Brahmaputra- und Gartok-Industal wird folglich als eine Grabenversenkung gedeutet.<sup>1</sup> »As a corollary to the explanation which I offer of the Transhimalayan system, it follows that the natural continuation of the parallel ranges of the block lies now sunk beneath the Brahmaputra valley, at the base of the great fault-scarp, to which the river flows in parallel alignment. Accordingly this valley must be of the nature of a rift-valley or sunken trench, especially since the opposite (southern) wall of the valley lies parallel to the northern wall, and in like manner possesses an average height of 23,000 feet. This deduction again receives some substantiation even from the scanty geological data which (until Dr. SVEN HEDIN's scientific results are published . . .) we at present possess concerning the Upper Brahmaputra valley and its continuation westwards in the Nari-Khorsum or upper Sutlej valley (Hundés). The sacred lakes Manasarovar and Rakastal lie centrally in a glacial through in this WNW.—ESE. rift-valley, which occupies the site of a relativ depression between uplifted mountain blocks. It is filled not only by quite recent horizontal alluvial deposits (with bones of rhinoceros, etc.) but also by volcanic rocks, which must have risen up in the form of molten lava from vents along the fractures bordering the rift-valley, exactly as in similar cases of such valleys in Syria, Armenia, East Africa and other parts of the world. Immediately on either side of this longitudinal depression or groove, however, we find only much older rocks — viz. Jurassic schists, granites, porphyries, etc.«

Zu dieser Darlegung will ich hier Folgendes bemerken. Es ist nicht mit den geologischen Tatsachen übereinstimmend, dass das Brahmaputratäl von horizontal liegenden pleistocänen Ablagerungen und von Laven ausgefüllt ist; im Gegenteil, die pleistocänen Konglomerate und Sandsteine spielen hier eine äusserst untergeordnete Rolle, und Laven kommen hier überhaupt nicht vor. Es ist ebensowenig wahr, dass der Transhimalaya nur aus jurassischen Schiefern sowie aus alten Graniten und Porphyrgesteinen besteht; im Gegenteil, die Hauptsedimente des Transhimalaya bestehen aus Neocomsandsteinen, jurassischen Schiefern aufruhend, Gault—Cenomankalksteinen und posteocänen Sandsteinen, seine Eruptivgesteine aus eocänen Laven und Tuffen sowie, in den Erosionseinschnitten, eocänen Graniten. Also im Brahmaputratäl nicht jüngere, sondern ältere Sedimentärformationen als im Transhimalaya; im Brahmaputratäl keine Ergussgesteine, sondern nur untere Niveaus der eocänen Eruptivformation, deren oberflächliche Teile auf dem Transhimalaya anstehend anzutreffen sind. Die geologischen Befunde können demnach nicht als Stütze der Ansicht OSWALD's angeführt werden, dass das Brahmaputratäl eine Grabenversenkung darstellen sollte, gerade umgekehrt, sie beweisen, dass das erwähnte Tal in seiner jetzigen Gestaltung ein Erosionstal darstellt.

Ob der Nordrand des Transhimalaya, wie es OSWALD<sup>2</sup> behauptet, eine Verwerfungslinie darstellt, ist auf Grund des vorhandenen Beobachtungsmaterials unmöglich mit Bestimmtheit zu bejahen oder zu leugnen. Es ist natürlich sehr leicht möglich, dass gewisse Faltungszonen in Quetschzonen mit vertikaler Verschiebung übergegangen sein können. Solche Brüche, wenn sie sich hier nachweisen lassen sollten, brauchen jedoch nicht allzu bedeutend, weder der Sprunghöhe noch der Ausdehnung nach, gewesen zu sein. So viel steht allerdings fest, dass das relativ ebene Seenfeld nördlich des eigentlichen Transhimalaya im grossen und ganzen

<sup>1</sup> OSWALD, op. cit. S. 44

<sup>2</sup> Op. cit. S. 40

aus denselben sedimentären und eruptiven Formationen wie der Transhimalaya selbst besteht, dass wir folglich hier nicht, wie es am Südrande des Transhimalaya der Fall ist, von einer durch Denudation geschaffenen Depression sprechen können. Ich möchte am ehesten annehmen, dass es sich hier um eine breite, dem Transhimalaya parallele Mulde handelt von derselben Natur wie die zwischen den weniger bedeutenden Gebirgsketten Tibets n. vom Transhimalaya gelegenen Faltungstäler.

Als direkte Beweise von Quetschungen und Verwerfungen sind an verschiedenen Fundorten vorkommende Kalkstein- und Jaspisbreccien sowie die spiegelnden Rutschflächen einiger Eruptivgesteine zu betrachten. Solche kommen im nordöstlichsten Teil des untersuchten Gebietes sehr allgemein vor; sie finden sich auch in Largäp und in dem bongtolischen Transhimalaya sowie im oberen Brahmaputra- und Satledschtal. Die Spannungen und sonstige Störungen, die sich in der Bildung dieser Breccien auslosten, und die spätjurassische, mittelcretaceische und eocene Bildungen betroffen haben, müssen selbst in späcretaceischer oder post-eocäner Zeit vor sich gegangen sein.

Auf das verschiedene Streichen der Hauptkämme des Transhimalaya und der Gebirgsketten Tibets n. vom Transhimalaya legt OSWALD besonderes Gewicht, da dies beweisen sollte, dass diese verschieden streichenden Faltungssysteme nicht gleichaltrig seien, sondern dass das Faltensystem des Transhimalaya älter sei als dasjenige des tibetanischen Hochlandes.<sup>1</sup> Auch für diese Annahme können keine Beweise aus dem, was wir jetzt von der Geologie dieser Gebiete kennen, geholt werden. Wie schon oben gezeigt wurde, hat auch die posteruptive, oligo- bis pliocäne, Sandsteinsformation die Faltungen des Transhimalaya mitgemacht, woraus hervorgeht, dass der Faltungsprozess dieses Gebirgskomplexes bis zum Ende der Tertiärzeit fort dauerte. Die Falten des Transhimalaya sind folglich ebenso jung wie diejenigen des tibetanischen Hochlandes, wenn es sich auch zeigen sollte, dass dieselben eine von derjenigen des tibetanischen Faltensystems abweichende Streichungsrichtung erhalten haben.

<sup>1</sup> Siehe oben, Figg. 16, 19 und 20.

<sup>2</sup> OSWALD, *op. cit.*, S. 47.



## Ortsregister.

(Die Lage der astronomisch bestimmten Ortschaften, Passe etc. ist in *Kuosiw*, die der übrigen, Dr. HEDIN's schon publizierten Karten entnommenen, in Antiqua-Druck angegeben.)

	n Breite	o Länge	S. i. t. e.
<b>Abuk-la</b> . . . . .	31° 20'	83° 22'	139, 190
Alung-tangna . . . . .	29° 20'	85° 15'	70
Aghai-dschaghan . . . . .	29° 38'	85	72
Aksau-tschin . . . . .	35° 15'	79° 45'	19, 124, 145, 147, 201, 202, 203, 206
Amtschok-teo . . . . .	29° 37'	86° 16'	63, 64
Angdschum . . . . .	29° 57'	86° 20'	62, 185, 186
Angdschum-la . . . . .	29° 51'	86° 20'	62, 63, 186, 194, 199
Angdschum-pu . . . . .	29° 54'	86° 18'	63
Arport-tso . . . . .	34° 30'	81	8
<b>Bjutsse</b> . . . . .	32	79° 15'	144
Bogtsang-tsanpo . . . . .	31° 54'	85° 55'	34, 186, 192, 193
Bongthol . . . . .	—	—	163, 164, 166, 167, 168, 189, 190, 212
Brahmaputragletscher . . . . .	30° 12'	82° 16'	86
Brahmaputratäl . . . . .	—	—	49, 50, 101, 159, 163, 165, 167, 172, 174, 175, 176, 177, 178, 183, 190, 191, 192, 193, 199, 200, 201, 203, 204, 206, 209, 210, 211
Bumo-saak . . . . .	30° 22'	86° 55'	59
Buptsang-tsanpo (Zufluss des Tarok-tso) . . . . .	—	—	137
Bupto . . . . .	30° 7'	84° 37'	130, 191
Burker-la . . . . .	32°	81° 40'	117, 189
<b>Damkartschen-la</b> . . . . .	31° 33'	81° 52'	112, 187, 188
Damtarngo-la . . . . .	31° 37'	82°	112, 188
Damtscheh-la . . . . .	29° 50'	85° 23'	193
Dangbä-la . . . . .	29° 49'	87° 54'	195, 196
Dato-la . . . . .	31° 55'	79° 28'	143
Demtschok . . . . .	32° 42'	79° 26'	122
Dendping . . . . .	29° 40'	83° 52'	80
Ding-la . . . . .	31° 20'	82° 20'	122, 140
Diripu-gumpa . . . . .	31° 5'	81° 21'	105, 108, 188

	n	Breite.	o	Länge.	S e i t e.
Dschukti-la . . . . .	31°	44'	80°	40'	121, 189
Dschukti-tsangma . . . . .	—	—	—	—	122
Dole-taka . . . . .	30°	9'	87°	28'	57.
Dok-tschu = Kaga-tsanpo . . . . .	29°	24'	88°	—	196
Dolma-la . . . . .	31°	6'	81°	25'	105, 106, 187, 188.
Dongpu . . . . .	31°	11'	80°	8'	8, 92, 142, 199, 206
Dontjen-la . . . . .	30°	50'	85°	45'	135, 193.
Dotsa-la . . . . .	31°	57'	81°	7'	119, 189
Dschatschan (= Singi-kabab) . . . . .	—	—	—	—	145, 147
Dunglung-sumbā . . . . .	31°	45'	80°	30'	122
Dupte . . . . .	29°	36'	87°	39'	53
<b>Eghe-thang</b> . . . . .	29°	30'	87°	42'	53
<b>G</b> abuk-la . . . . .	29°	35'	85°	30'	130, 184.
Gandschu-la . . . . .	29°	54'	83°	41'	81
Gartok . . . . .	31°	44'	80°	21'	122, 189
Gartok-Indusai . . . . .	—	—	—	—	122, 165, 210, 211.
Ge . . . . .	29°	40'	87°	41'	53
Gjagong-la . . . . .	29°	45'	85°	25'	132, 183, 193
Gjambotsche . . . . .	29°	37'	87°	41'	114, 188
Gjatschen-tsa-tal . . . . .	29°	23'	88°	55'	50.
Gjekung . . . . .	31°	52'	82°	8'	111, 187, 188
Goa-la . . . . .	31°	2'	85°	—	136
Gogra . . . . .	34°	20'	78°	53'	16, 17
Gomo-selang . . . . .	33°	15'	85°	15'	30.
Govo . . . . .	30°	5'	87°	32'	57
Guntchu-to . . . . .	30°	40'	82°	10'	87, 88, 156
Gurla-Mandata, s. des Manasarovar und Rakas-tal . . . . .	—	—	—	—	92, 93, 182, 187.
<b>H</b> lagar . . . . .	32°	1'	81°	18'	117, 118, 119
Hundés . . . . .	—	—	—	—	8, 92, 94, 97, 101, 140, 170, 171, 182, 199, 201, 203
<b>I</b> ndus . . . . .	—	—	—	—	110, 172, 206
Indusquelle Singi-kabab) . . . . .	31°	23'	81°	34'	110, 187, 188, 203
<b>J</b> amdhung . . . . .	29°	25'	87°	44'	52
Je . . . . .	29°	28'	88°	14'	51
Je-chul-kol . . . . .	31°	56'	81°	35'	8, 22
Jumba-matsch . . . . .	—	—	—	—	203
Juntsö-la . . . . .	32°	3'	84°	53'	191
Jybo-la . . . . .	30°	53'	81°	50'	140

	n. Breite	o. Länge	Seite.
<b>Kailas</b> . . . . .	31° 2'	81° 22'	105, 106, 107, 176, 187, 188, 192
Kaji-pangbuk . . . . .	30° 32'	87° 28'	40
Kampa . . . . .	29° 42'	87° 41'	54
Kamsang-scharlung . . . . .	30° 35'	85° 40'	60
Kanglung-tsagha . . . . .	29° 35'	85° 23'	68, 184
Kangmar . . . . .	30° 45'	85° 37'	134, 193
Kangschar-tsanpo . . . . .	31° 54'	84° 51'	129
Kantschung-gangrikette . . . . .	30°	85° 86'	132, 168, 183, 192
Kao-tscherangtal = My-t-chu . . . . .	29° 28'	87° 37'	53
Kaptschar . . . . .	30° 50'	87° 9'	40, 195, 196
Karakorum . . . . .	—	—	8, 22, 124, 145, 147
Kathing . . . . .	29° 50'	87° 37'	54, 55
Kebjang . . . . .	30° 55'	84° 7'	137
Khaleb . . . . .	31°	81° 15'	107, 187
Kilung-la . . . . .	29° 45'	84° 30'	74, 75
Kitschung-la . . . . .	29° 28'	85° 37'	66
Kjarkja-tagmar . . . . .	29° 23'	85° 22'	69
Kjam . . . . .	29° 50'	86° 20'	63, 186, 194
Kjangdam . . . . .	30° 15'	87°	59
Kjangsang . . . . .	31° 18'	82° 45'	139
Kjunglung . . . . .	31° 5'	80° 30'	141
Kjung-tsang . . . . .	29° 41'	85° 25'	132
Kokbo . . . . .	30° 22'	86° 51'	59
Koldoktse . . . . .	31° 56'	79° 21'	143
Kore-la . . . . .	29° 40'	84°	77, 182
Kubi-gangrikette . . . . .	30°	82° 15'	86, 177
Kubi-tsanpo . . . . .	30° 11'	82° 15'	83, 178
Kule-la . . . . .	29° 22'	85° 45'	131
Kung-hle . . . . .	35° 21'	78°	121, 189
Kung-tso . . . . .	31° 46'	86° 51'	36
<b>Laan-la</b> . . . . .	31° 21'	80° 54'	37, 185, 194, 195, 197
Labjung-tso . . . . .	30°	85° 24'	193
Ladak . . . . .	—	—	101, 158, 170, 204, 205
Ladung-la . . . . .	31° 30'	84° 4'	191
La-ghjanak . . . . .	31° 44'	86° 32'	35
Lake Lighten . . . . .	35°	87°	21
Lakija-thang . . . . .	29° 25'	88° 54'	50
Lamblung . . . . .	30° 57'	87° 1'	40, 195
Lamo-lase . . . . .	31° 28'	81° 45'	111, 187, 188
Langmar . . . . .	30° 2'	87° 38'	56, 196, 197
Lapta . . . . .	32° 4'	81° 18'	118, 156

	n. Breite	o. Länge	Seite
Laptschung-scharakette	$\left\{ \begin{smallmatrix} 30^{\circ} 15' - \\ 30^{\circ} 30' \end{smallmatrix} \right\}$	85 - 86	134, 168, 192, 193
Largap	$30^{\circ} 35'$	$86^{\circ} 35'$	212
Larokk-la	$29^{\circ} 31'$	$88^{\circ} 11'$	47, 48, 195
Lat-che-to	$30^{\circ} 37'$	$81^{\circ} 17'$	105
Lch	$34^{\circ} 10'$	$77^{\circ} 35'$	8
Lamgnok	$31^{\circ} 50'$	$85^{\circ} 50'$	125, 145, 186, 192, 193, 203
Laktse-gumpa	$29^{\circ} 34'$	$84^{\circ} 10'$	76
Linga	$29^{\circ} 59'$	$87^{\circ} 39'$	146
Lings-chetang	35	$79^{\circ}$	8
Lingo	$27^{\circ} 26'$	$87^{\circ} 43'$	52, 196
Ljang-lung	$29^{\circ} 45'$	$86^{\circ} 20'$	63
Loan	32	$81^{\circ} 15'$	119
Lublungtal	$29^{\circ} 35'$	$84^{\circ} 40'$	72
Lunga-nigme	32	82	116, 189
Lungme	$29^{\circ} 30'$	$87^{\circ} 40'$	55
Lunket-gumpa	$31^{\circ} 10'$	84	137, 138, 190
Lunket-re	$31^{\circ} 5'$	$83^{\circ} 55'$	189, 190
Lunpo-gangnkette (W. und S.W. von der Kantschong-gangnkette)	—	—	130, 191
<b>M</b> am-sarovar	$30^{\circ} 45'$	$81^{\circ} 30'$	8, 71, 84, 87, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 101, 142, 167, 180, 181, 187, 192, 199, 203, 206, 211
Mankogh-la	$34^{\circ} 18'$	$78^{\circ} 54'$	16
Manum-tschung	$30^{\circ} 20'$	$82^{\circ} 55'$	83, 178
Mars-nuk-la	$34^{\circ} 6'$	$78^{\circ} 33'$	15
Martsang-tsanpo (Brahmaputra zwischen $83^{\circ}$ und $84^{\circ} 30'$ o. L.)	—	—	81
Mart-char-tso	$31^{\circ} 3'$	$87^{\circ} 10'$	39
Martsuk	$30^{\circ} 35'$	$82^{\circ} 20'$	87
Matschung	$29^{\circ} 27'$	$87^{\circ} 48'$	51
Mendong-gumpa	$31^{\circ} 10'$	$85^{\circ} 20'$	136
Merkeson	$30^{\circ} 56'$	$84^{\circ} 35'$	129, 130, 137, 191
Mugab	$31^{\circ} 3'$	$73^{\circ} 16'$	13, 14, 178
My-tse-la	$29^{\circ} 45'$	$87^{\circ} 42'$	197
<b>N</b> adsum	$31^{\circ} 10'$	$86^{\circ} 43'$	36
Nagor	$29^{\circ} 44'$	$83^{\circ} 40'$	182, 199
Nankasong	$29^{\circ} 24'$	$88^{\circ} 19'$	48
Naong-rung	$30^{\circ} 25'$	$87^{\circ} 40'$	11, 195, 196
Naong-tsanpo (der s. Zufluss der Ngang- se-tso)	—	—	41
Ngangloring-tso	$\left\{ \begin{smallmatrix} 31^{\circ} 37' - \\ 31^{\circ} 40' \end{smallmatrix} \right\}$	$83^{\circ} - 83^{\circ} 20'$	139, 165, 189, 190
Ngangse-tso	$31^{\circ} 10'$	$86^{\circ} 35'$	37, 39, 41, 121, 156, 194, 195, 196, 203
Ngari-korsum	—	—	182, 205, 211

	n Breite	o Länge.	Seite
Ngari-tsanpo . . . . .	31° 56'	79° 21'	143.
Ngingu-hloan . . . . .	29° 45'	86° 20'	63
Ngolungtal . . . . .	29° 24'	88° 5'	51
Ngurkung . . . . .	29° 31'	84° 12'	76, 182
Nimalung-la . . . . .	30° 56'	84° 34'	122, 191
Njandi-gumpa . . . . .	31° 1'	81° 18'	105, 188
Njuku . . . . .	29° 37'	84° 34'	73
Njuntschu-gumpa . . . . .	29° 24'	88° 14'	195
<b>P</b> agge-lungpa . . . . .	30° 8'	86° 23'	61
Paggong-tso . . . . .	34°	78° 25'	14
Pama-teebia . . . . .	29° 24'	88° 36'	49
Pamsal . . . . .	34° 16'	78° 45'	15, 16
Pankur . . . . .	32° 50'	84° 15'	127, 128
Parka . . . . .	30° 52'	81° 20'	106
Patschental . . . . .	30° 50'	81° 40'	97, 98, 203
Pedang-tsanpo (s. des Schovo-tso)	—	—	190
Piang-la . . . . .	31° 58'	79° 5'	144
Pike-la . . . . .	31° 40'	86° 23'	35.
Pobrang . . . . .	34° 4'	78° 27'	14, 15
Pootsche-la . . . . .	31°	79° 15'	143, 144.
Poru-to . . . . .	31°	83° 40'	138, 190
Pul-tso . . . . .	34° 52'	81° 57'	23
Pundi-gumpa . . . . .	30° 53'	81° 37'	98
<b>R</b> agha-tsanpo . . . . .	29° 29'	86° 5'	65, 67, 192, 193, 194, 196.
Ragha . . . . .	29° 28'	87° 51'	51
Rakas-tal . . . . .	30° 46'	81° 18'	8, 71, 84, 99, 101, 103, 104, 105, 140, 156, 167, 178, 187, 199, 204, 210, 211
Ravak-la . . . . .	29° 29'	85° 40'	66.
Rinak-tschutsen . . . . .	33°	85° 50'	32, 33
Rubi-naja . . . . .	30° 10'	83	82
Rupschu . . . . .	—	—	101, 204.
<b>S</b> ande-buk . . . . .	31° 15'	81° 25'	109
Sareding . . . . .	30° 20'	87° 50'	41.
Saka-dsong . . . . .	29° 29'	85° 9'	70, 71
Sambak-sundo . . . . .	31° 56'	81° 25'	117, 189
Samjong . . . . .	29° 37'	85	72
Samje-la . . . . .	30° 5'	84° 45'	130, 191
Sangmo-bertik-la . . . . .	30° 15'	85° 30'	132, 133, 134, 192, 193
Sangt-chen-la . . . . .	31° 35'	84° 50'	129, 191
Saô . . . . .	29° 37'	86° 12'	64, 194

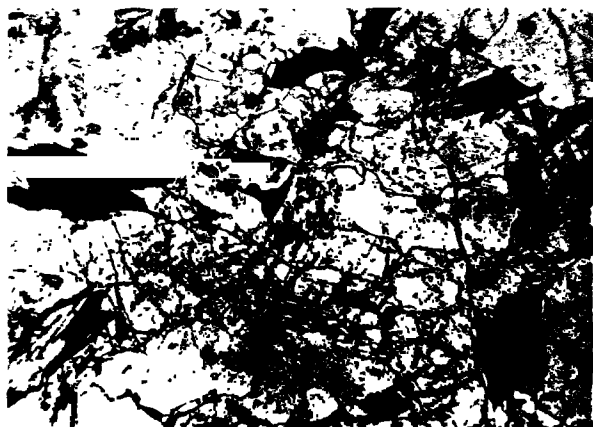
	n Breite	o Länge.	Seite
Sara-hla . . . . .	29° 30'	84° 7'	76, 182
Sassertal . . . . .	31° 51'	79° 22'	143.
Satledsch . . . . .	—	—	8, 107, 141, 172, 175, 176, 199, 204, 206, 209, 210, 211
Satsot-la . . . . .	31° 12'	84° 39'	129, 191, 192
Scharjak . . . . .	30° 20'	82° 34'	84
Schartang . . . . .	29° 28'	88° 20'	48
Schamsang . . . . .	30° 18'	82° 55'	167
Scha-okt-ang . . . . .	30° 6'	87° 10'	58
Scharma . . . . .	30° 18'	86° 57'	61
Schar-tso . . . . .	31° 58'	84° 46'	128, 191.
Schib-la . . . . .	30° 10'	87° 50'	42, 195
Schigatse . . . . .	29° 17'	88° 53'	10, 49, 70, 76, 82, 157, 178, 200, 201, 204, 205, 210
Schingslaptscha-la . . . . .	31° 5'	80° 25'	142
Schipki-la . . . . .	31° 45'	78° 45'	144.
Schovo-tso . . . . .	31° 25'	83° 25'	139, 140
Schuru-tso . . . . .	30° 15'	86° 38'	61, 194
Sebrak-la . . . . .	29° 28'	88° 14'	51.
Sela-la . . . . .	30° 24'	87° 39'	41, 195, 196
Semoku . . . . .	29° 16'	85° 36'	131, 193
Seoynnagebirge . . . . .	33° 24'	85° 25'	30
Serme-lartsa . . . . .	29° 41'	86° 14'	64.
Sigu-ragling-la . . . . .	31° 51'	82° 15'	115
Singi-buk . . . . .	31° 20'	81° 28'	110, 187, 188.
Singi-kabab (= Indus-Quelle) . . . . .	31° 23'	81° 34'	110, 187, 188
Sirtschung . . . . .	29° 45'	87° 42'	54, 196
Somome-saktscho-Gebirge (südlich von Gomo-selung) . . . . .	—	—	30.
Soma-tsanpo (s. und w. des Terman-tso) . . . . .	—	—	192.
Sur-la . . . . .	30° 57'	83° 22'	122, 168
Surng-la . . . . .	31° 2'	81° 55'	140
<b>Tabu</b> . . . . .	30° 0'	87° 40'	57
Tage-tsanpo (o. Zufluss des Man. sarovar) . . . . .	—	—	90, 91
Tajep-parva-la . . . . .	31° 31'	83° 16'	190
Takbur-la . . . . .	29° 23'	85° 7'	70, 191
Ta-la . . . . .	29° 43'	88° 5'	47, 195
Tamlung-la . . . . .	30° 33'	81° 55'	88, 90
Tanak . . . . .	29° 26'	88° 38'	49
Tangde-la . . . . .	29° 35'	86° 5'	65
Tang-jung-ngom . . . . .	30° 12'	87° 2'	59
Tangma . . . . .	29° 38'	87° 42'	51.
Tangmet . . . . .	31° 53'	79°	144

	n. Breite	o. Länge	Seite.
Tankse . . . . .	34° 2'	78° 9'	11, 122, 156, 179
Targo-gangri . . . . .	30° 28'	86° 33'	60, 194.
Tarok-tso . . . . .	31° 15'	84°	137, 189, 190.
Tarting-gumpa . . . . .	29° 26'	88° 18'	51
Taschigang . . . . .	29° 18'	88° 8'	122
Taschi-gembe . . . . .	29° 27'	88° 12'	51
Teleb-la . . . . .	29° 30'	85° 21'	183, 193
Telung . . . . .	29° 53'	86° 20'	63
Terinamkette (s. vom Terinam-tso) . . . . .	—	—	192
Terinam-tso . . . . .	31°	85° 45'	122, 135, 192
Terruki-la . . . . .	32	81° 15'	118
Tertsı . . . . .	31° 5'	85° 30'	135
Teta-la . . . . .	30° 56'	85° 45'	122, 135, 192, 193
Thalung . . . . .	29° 58'	87° 35'	56
Thangung . . . . .	29° 45'	87° 36'	54
Thigu-thang . . . . .	30°	87° 35'	56
Thok . . . . .	30° 23'	82° 40'	84
Tibu . . . . .	31° 45'	79° 45'	143
Tirtapun . . . . .	31° 7'	80° 53'	140, 141, 182.
Tschärgip-gumpa . . . . .	30° 49'	81° 26'	99, 181
Tschäräk . . . . .	30° 16'	82° 55'	83
Tschagha . . . . .	29° 28'	87° 51'	51
Tschak-kera . . . . .	29° 28'	87° 51'	51
Tschak-la . . . . .	30° 50'	87° 12'	195
Tscha-sang . . . . .	29° 30'	84°	78, 182
Tschoro-dong . . . . .	29° 30'	85°	71.
Tobo-nakbo . . . . .	29° 35'	85° 23'	68
Togden . . . . .	29° 23'	85° 7'	70
Toktschen . . . . .	30° 41'	81° 42'	140
Tomo-schapko . . . . .	31° 31'	86° 45'	36, 185, 192, 194, 195, 196, 198, 203, 208
Tong . . . . .	29° 33'	87° 41'	53, 196
Tongjangtal . . . . .	29° 57'	87° 35'	55
Tong-tso . . . . .	32° 10'	84° 55'	128, 190, 191
Totling-gumpa . . . . .	31° 28'	79° 52'	143
Tradum . . . . .	29° 30'	84° 11'	75, 76
Tsake-la . . . . .	33° 28'	78° 48'	122
Tsargham . . . . .	30° 8'	86° 25'	61, 194
Tsarok . . . . .	29° 30'	86° 9'	64, 65, 194.
Tsasa-la . . . . .	29° 30'	84° 7'	76
Tsa-tschu-t-anpo . . . . .	29° 38'	84° 11'	76.
Tschagelung . . . . .	29° 44'	87° 57'	43
Tschajo-gunsa . . . . .	32°	81°	119
Tschaklam-la . . . . .	31° 44'	85° 48'	129, 191, 192.

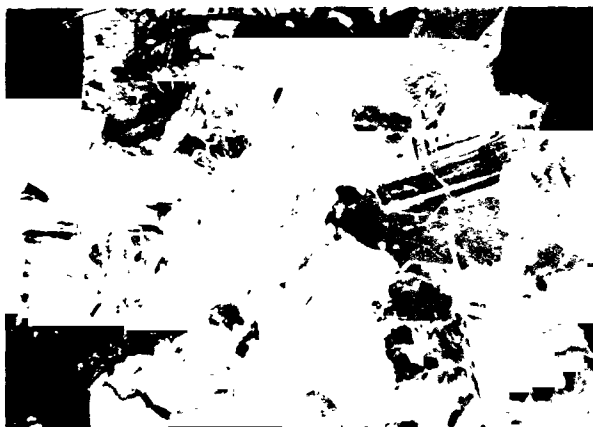
	n	Brere	o	Länge.	S e i t e
Tschaktat-tsanpo . . . . .	29°	15'	85°	15'	191, 192, 193
Tschaktschom-la . . . . .	33°	20'	85°	29'	32, 156
Tschang-la-Pod-la . . . . .	30°	6'	87°	16'	58
Tschang-lung-jogma . . . . .	34°	33'	79°	3'	17, 18
Tschang-tschenmo . . . . .	34°	17'	78°	50'	8, 16, 172.
Tschema-jundung . . . . .	30°	18'	82°	55'	83, 84, 178
Tschesang-la . . . . .	30°	4'	87°	50'	43, 195
Tschikum . . . . .	29°	37'	85°	58'	79, 182.
Tschiu-gumpa . . . . .	30°	48'	81°	25'	95, 96, 97, 99, 180, 181, 187, 188, 192
Tschomo-sumdo . . . . .	30°	5'	87°	21'	57
Tschu-schul . . . . .	33°	35'	78°	37'	123
Tseti-la . . . . .	31°	12'	81°	25'	108, 187, 188
Tsolan-ngophta-la . . . . .	30°	38'	82°		112, 114, 156, 187, 188.
Tsuuntulpu-gumpa . . . . .	31°		81°	26'	106, 188
Tsura-martscham . . . . .	31°	25'	81°	45'	112.
Tugri-la . . . . .	30°	22'	82°	27'	87.
Tugu-lhamo . . . . .	31°	45'	85°	50'	186.
Tuksum . . . . .	30°	2'	85°	28'	81, 92.
Tusang-tó . . . . .	29°	20'	85°	12'	70.
Tytschu . . . . .	29°	40'	84°	23'	75.
<b>Umbo</b> . . . . .	30°	15'	86°	21'	83.
Uschy . . . . .	29°	15'	85°	30'	131



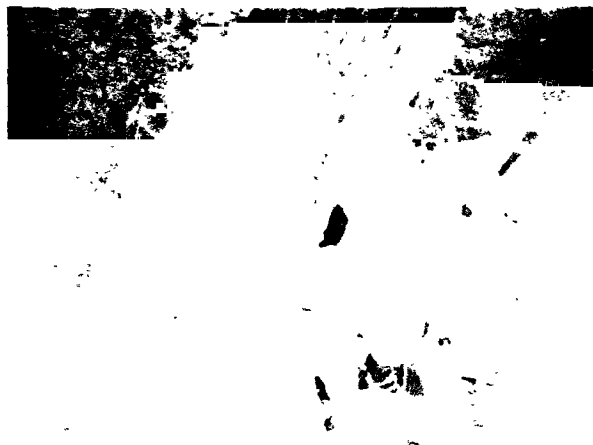
1



2



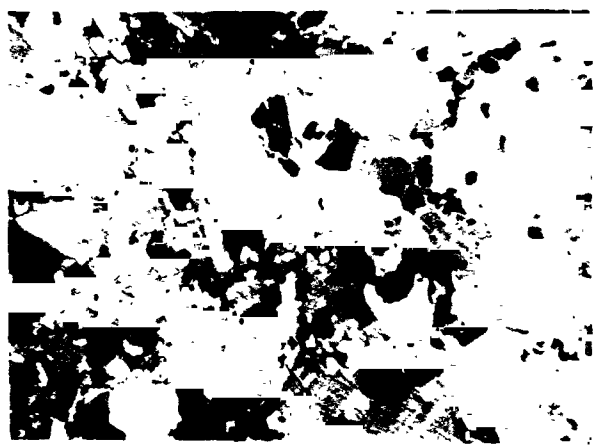
3



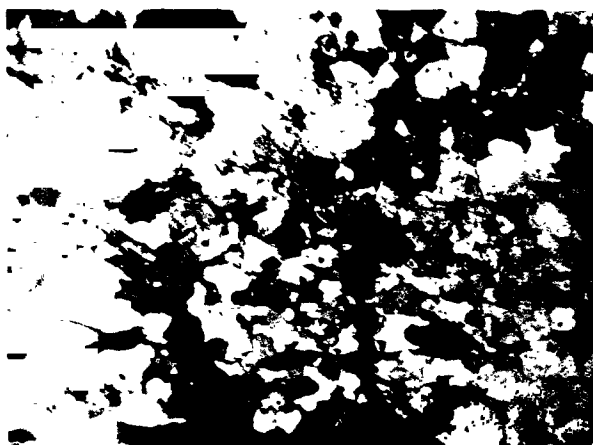
4



5



6



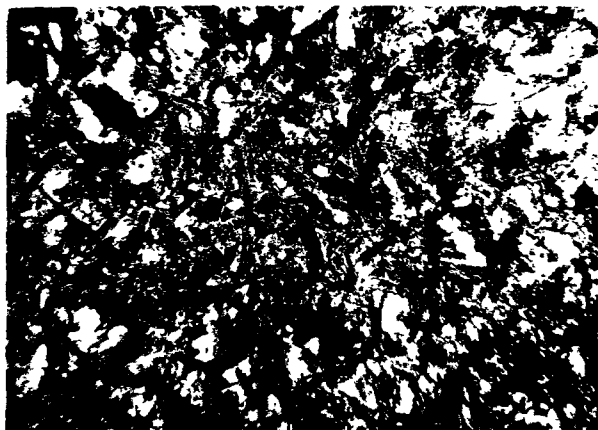


### Erklärung der Tafel I.

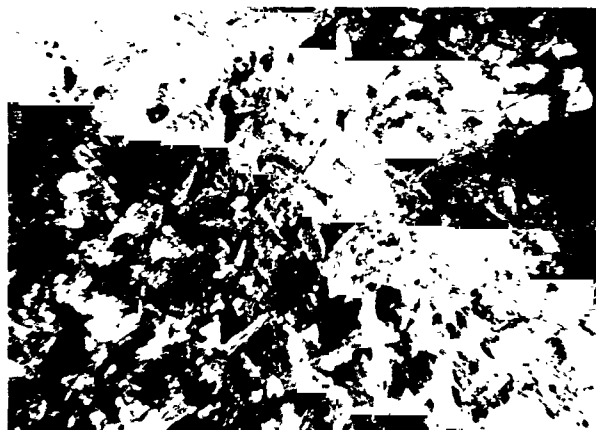
- Fig. 1. Mittelkorniger Zweiglimmergranit. Vergr. <sup>25</sup> 1. S. 30 (**168**).  
 2. „ „ „ bei + Nicols. Vergr. <sup>25</sup> 1. S. 30 (**168**).  
 3. Quarzbiotitdiorit. Granitische Struktur mit schwachen Zeichen einer Pressung. + Nicols  
 Vergr. <sup>13</sup> 1. S. 52 (**301**).  
 4. „Turmalingranit» Im hellen Quarz stecken Stengel und Nadelchen eines blauen resp. gelb-  
 lichen Turmalins. Vergr. <sup>31</sup> 1. S. 47 (**271**).  
 5. Turmalin-Muscovitführender Alkalikalkgranit. + Nicols. Vergr. <sup>25</sup> 1. S. 80 (**584**).  
 6. Schieferiger Gneissgranit. Das Gestein besteht aus Orthoklas, Plagioklas, Quarz und Biotit,  
 sowie Muscovit und Kleinmineralien. Die Struktur ist granoblastisch, die Textur schieferig.  
 + Nicols. Vergr. <sup>18</sup> 1. S. 11 (**3**).



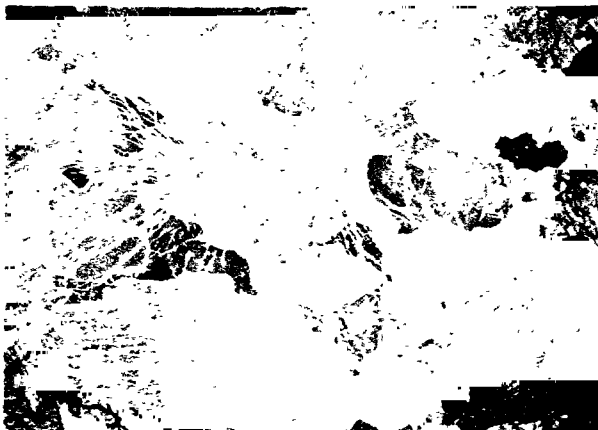
1



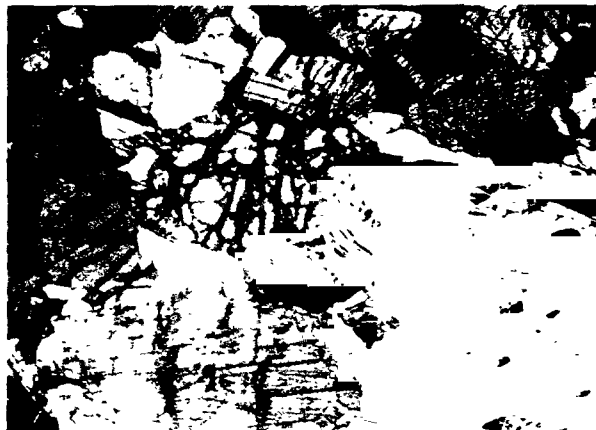
2



3



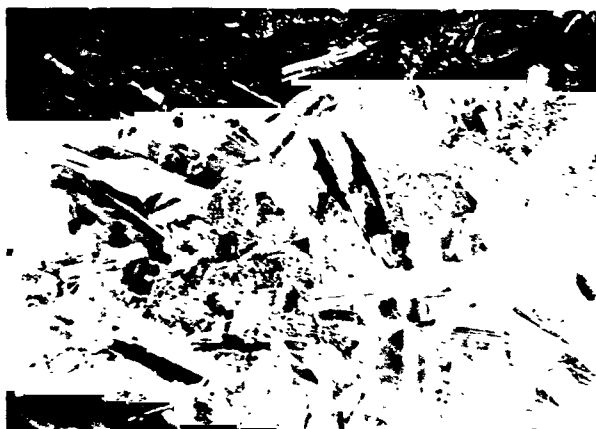
4



5



6



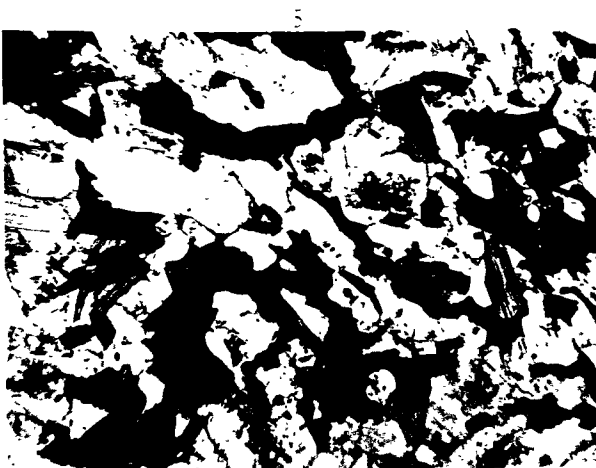
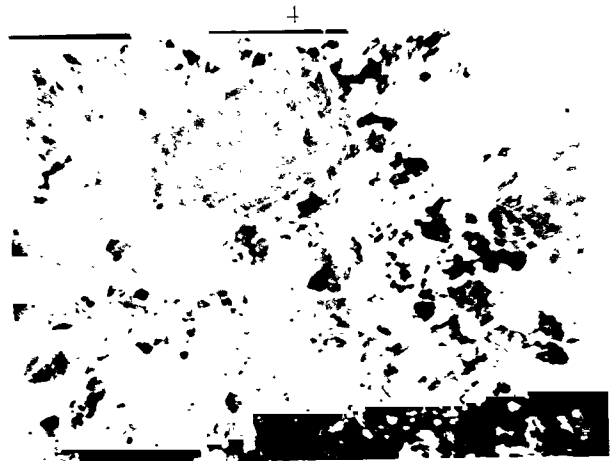
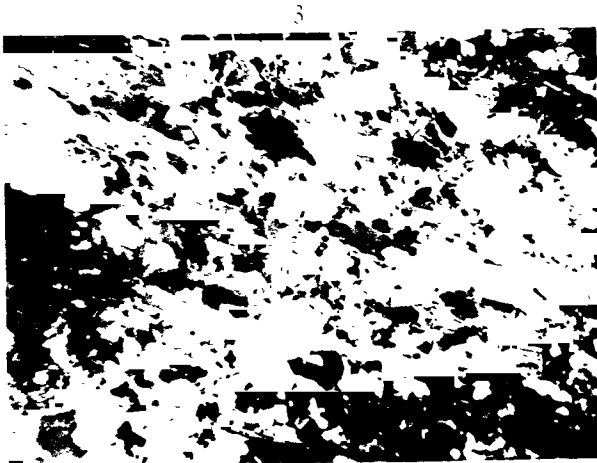


## Erklärung der Tafel II.

- Fig. 1 und 2. Quarzbiotitamphiboldiorit. Zwischen den leistenformigen (trüben) Oligoklas- und (dunkleren) Hornblendeindividuen stecken hellere Partien von Quarz oder von Quarz und Orthoklas sowie von Hornblende und Biotit. Fig. 2 bei + Nicols. Vergr.  $27\times$ . S. 55 (**314**).
- 3 und 4. Olivvingabbro. Die Figg. zeigen Labradorit, Pyroxen und Olivin in typisch allotriomorpher Gabbrostruktur. Fig. 4 bei + Nicols. Vergr.  $19\times$ . S. 82 (**522**).
- 5 und 6. Hunnediabas. Die Lücken zwischen den Labradoritleisten werden von farblosem oder in grüne Hornblende umgewandeltem Magnesiumdiopsid eingenommen. Fig. 6 bei + Nicols. Vergr.  $23\times$ . S. 101 (**688**).







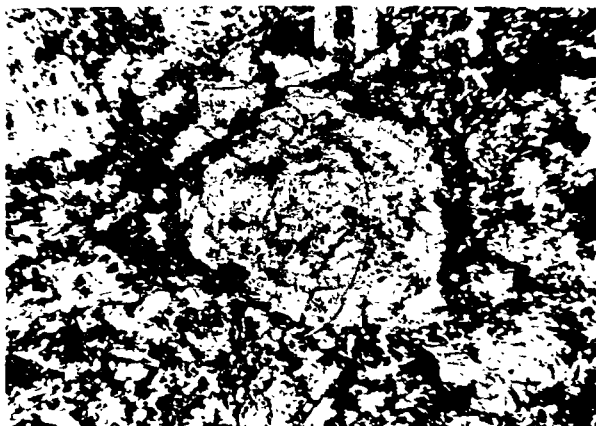


### Erklärung der Tafel III.

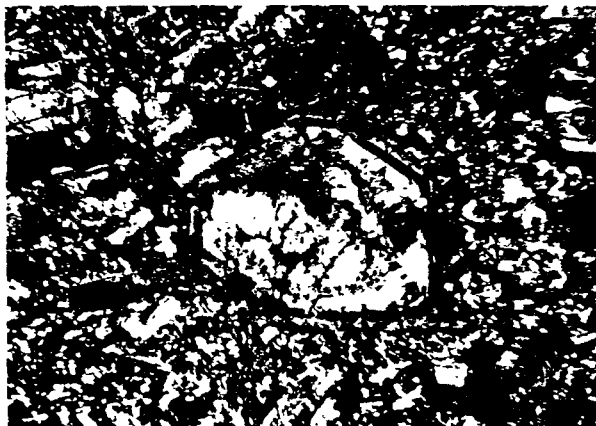
- Fig. 1 und 2. Turmalinführender, flasriger Epiorthoklasgneiss. Die aus dunklen Splitterchen gebildeten Streifen des unteren Teiles der Abbildung bestehen aus Turmalin. Fig. 2 bei + Nicols. Vergr. <sup>23</sup>/<sub>1</sub>. S. 93 (**617**).
3. Mesoalkalifeldspatgneiss. Die Struktur ist schwach lentikular homooblastisch mit Andeutung von Kristallisationsschieferung. + Nicols. Vergr. <sup>43</sup>/<sub>1</sub>. S. 92 (**607**).
4. Zweiglimmeralkalkalkgranit mit Parallelstruktur. Zwischen den tafelförmigen, zonar gebauten Plagioklasrelikten sieht man Quetschzonen, die aus Quarz- und Feldspattrummern sowie aus Glimmerausscheidungen bestehen. Die Anordnung der letztgenannten rufen eine schon makroskopisch wahrnehmbare Kristallisationsschieferung hervor. + Nicols. Vergr. <sup>17</sup>/<sub>1</sub>. S. 73 (**453**).
- 5 und 6. Biotitführender Plagioklasamphibolit. Fig. 6 bei + Nicols. Vergr. <sup>23</sup>/<sub>1</sub>. S. 49 (**281**).



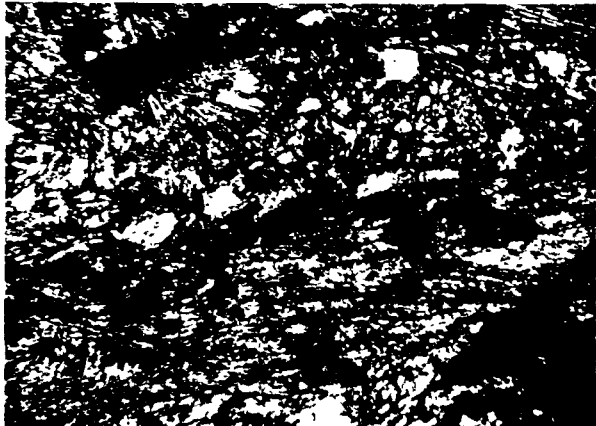
1



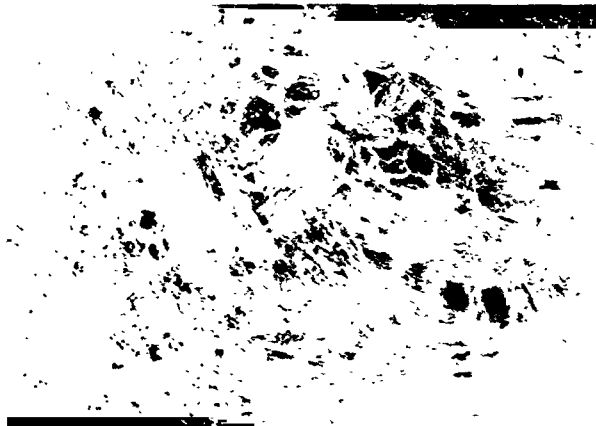
2



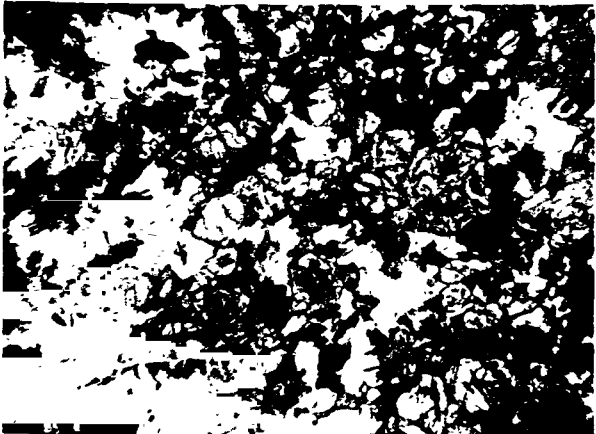
3



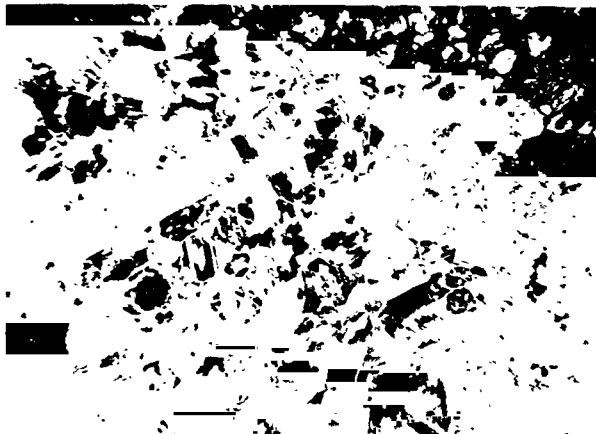
4



5



6





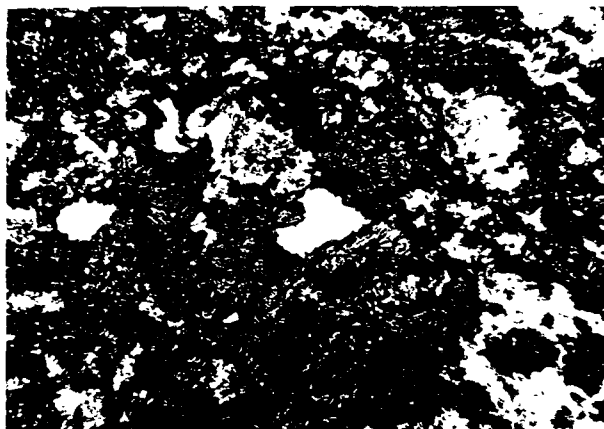
### Erklärung der Tafel IV.

- Fig. 1 und 2. Plagioklasamphibolit. In der Mitte der Figur tritt eine zonar gebaute Plagioklastafel hervor, umgeben von einer feinkornigen, granoblastischen Masse von Hornblende-, Quarz- und Albitkörnern sowie Biotitschüppchen. Auch mehrere Plagioklasleisten sind ersichtlich. Fig. 2 bei + Nicols. Vergr. <sup>38</sup>/<sub>1</sub>. S. 53 (**306**).
3. Glaukophanschiefer. Kristalloblastische Masse mit ausgeprägter Schieferigkeit. Die stengelartigen Individuen bestehen aus Glaukophan. Vergr. <sup>41</sup>/<sub>1</sub>. S. 28 (**146**).
4. Glaukophanschiefer. Man sieht Augitindividuen, die teilweise in Glaukophan umgewandelt worden sind. Vergr. <sup>100</sup>/<sub>1</sub>. S. 28 (**147**).
- 5 und 6. Pyroxenamphibolit. Granoblastische Masse mit schwacher Andeutung der ursprünglichen Gabbrostruktur. Das Gestein besteht aus omphacitartigem Augit, pleochroitischem Hypersthen, Hornblende, Plagioklas und Erzkörnern. Fig. 6 bei + Nicols. Vergr. <sup>21</sup>/<sub>1</sub>. S. 83 (**525**).

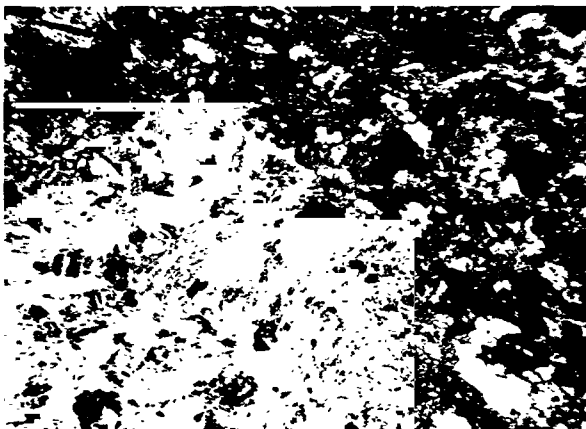




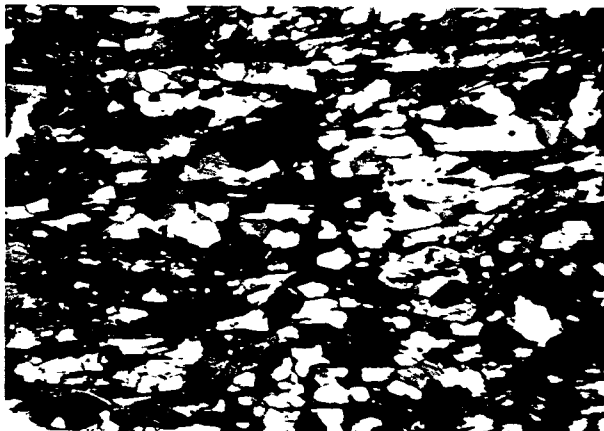
1



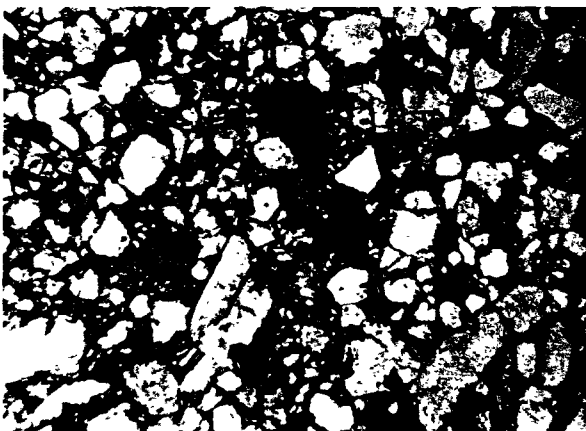
2



3



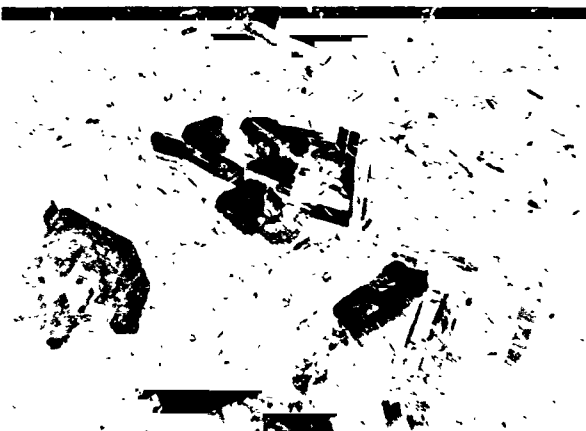
4



5



6





### Erklärung der Tafel V.

- Fig. 1 und 2. Plagioklasamphibolit. Durch Limonitimpregnationen dunkler gewordene Augite gehen in ihren peripherischen Teilen in grüne, kompakte Hornblende über. Der stark umgewandelte Plagioklas zeigt nur ausnahmsweise eine deutliche Zwillingsstreifung. Die Struktur ist granoblastisch mit schwachen Spuren der ursprünglichen Dioritstruktur des Muttergesteins und mit schwach ausgeprägte Schieferung. Fig. 2 bei + Nicols. Vergr. <sup>12</sup> 1. S. 82 (**522**).
3. Mesogneissquarzit. Die Struktur ist deutlich granoblastisch (Pflasterstruktur) mit ausgeprägter Kristallisationsschieferung. + Nicols. Vergr. <sup>23</sup> 1. S. 72 (**442**).
4. Jungtertiärer Sandstein. Vergr. <sup>23</sup> 1. S. 91 (**604**).
- 5 und 6. Biotitandesit. In der feinstruierten Grundmasse liegen Einsprenglinge von Plagioklas, Biotit und Eisenerz. Fig. 6 bei + Nicols. Vergr. <sup>23</sup> 1. S. 111 (**773**).

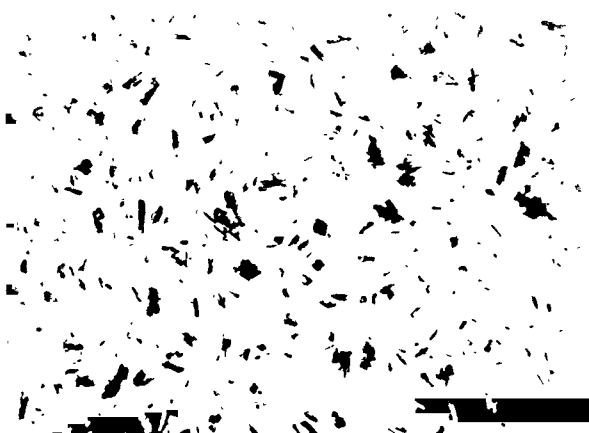
1

2

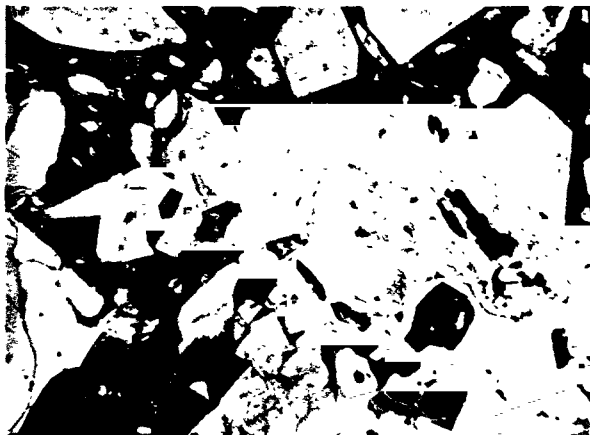
1



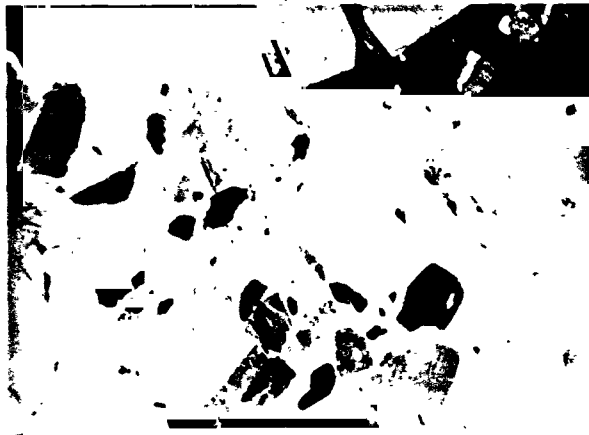
2



3



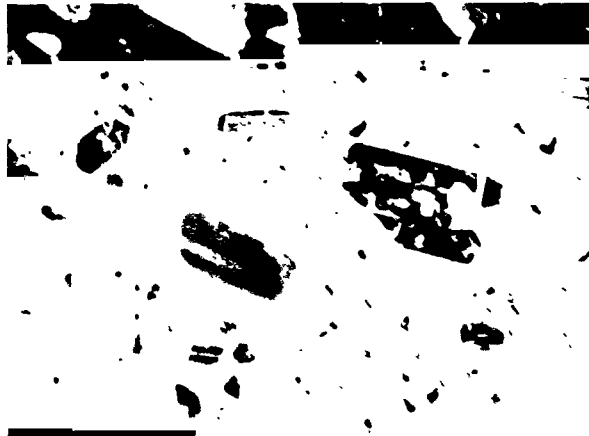
4



5



6





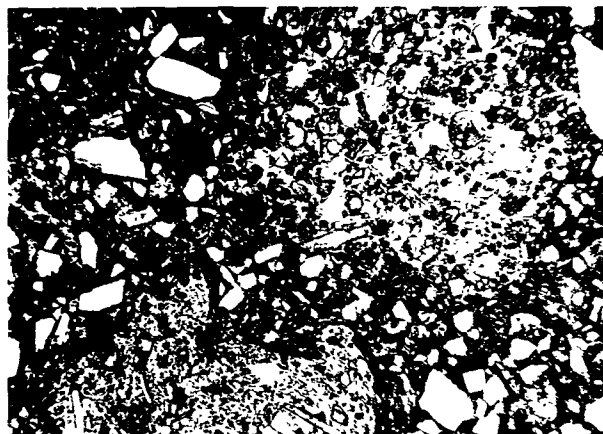
## Erklärung der Tafel VI.

- Fig. 1. Quarzporphyritischer Dacit. In der mikrofelsitischen Grundmasse liegen Einsprenglinge von Quarz (mit schlauchähnlichen Einstülpungen der Grundmasse), Plagioklas und Orthoklas. + Nicols. Vergr. <sup>18</sup> i. S. 38 (**229**).
2. Dunkler, hyalopilitischer Dacit. In der braunen, glasigen Grundmasse liegen Einsprenglinge von Andesin, Kalifeldspat und Augit. Vergr. <sup>41</sup> i. S. 117 (**815**).
- 3 und 4. Dacit. Die in der glasigen Grundmasse liegenden Einsprenglingen bestehen zum grössten Teil aus Quarz und Biotit sowie, vereinzelt, Magnetit, Titanit, Hornblende und Apatit. Fig. 4 bei + Nicols. Vergr. <sup>23</sup> i. S. 110 (**764**).
- 5 und 6. Glasiger Hypersthendacit. Die isotrope Grundmasse hegt Einsprenglinge von Andesin, Pyroxen und Biotit. In anderen Teilen des Dünnschliffes treten dazu noch Quarzdihexaeder. Fig. 6 bei + Nicols. Vergr. <sup>22</sup> i. S. 115 (**794**).
-

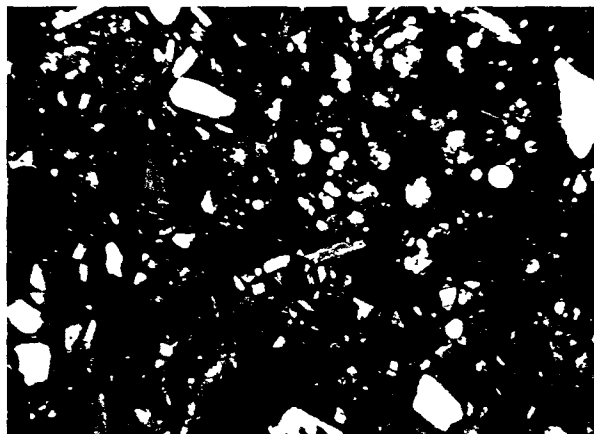




1



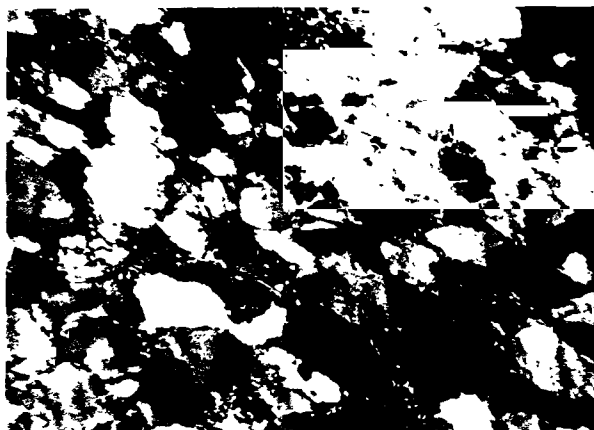
2



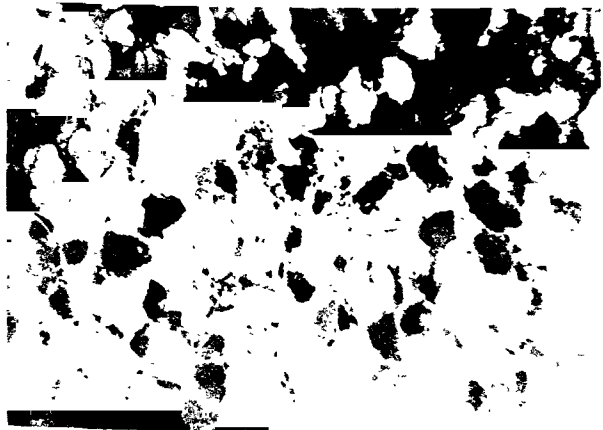
3



4



5



6





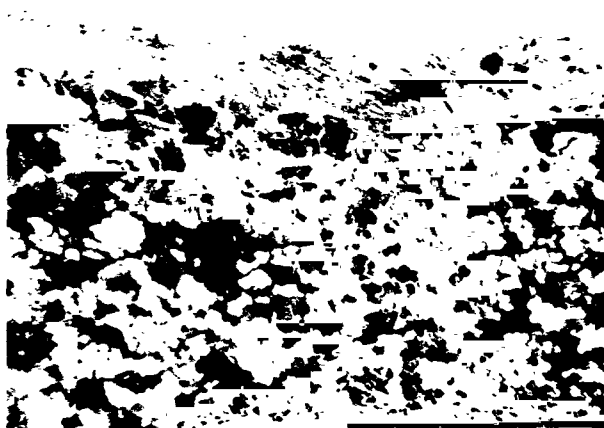
## Erklärung der Tafel VII.

Fig. 1 und 2. Vulkanischer Tuff. Die Figur zeigt Teile von zwei glasigen Lapilli mit rundlichen oder ovalen, von Kalkspat ausgefüllten Poren; dazwischen liegen zahlreiche Kristallbruchstücke von Quarz, Plagioklas und Biotit. Fig. 2 bei + Nicols. Vergr.  $25\times$ . S. 116 (798).

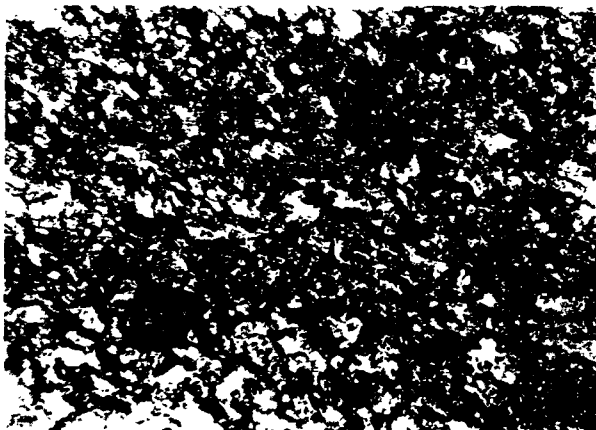
- » 3. Quarzitischer Sandstein. Die ursprüngliche Psammitstruktur ist besser erhalten als im quarzitäen Sandsteine der Tafel VII, Fig. 4. + Nicols. Vergr.  $25\times$ . S. 37 (218).
- » 4. Quarzitischer Sandstein. Blastopsammitische Reliktstruktur mit schwacher Kristallisations-schieferigkeit. Die Quarzkörner zeigen undulöse Auslöschung und verzahnten Rand. Zwischen den Quarzkörnern liegen Nester von Kalkspat und Limonit. + Nicols. Vergr.  $25\times$ . S. 36 (214).
- » 5. Turmalinhaltiger, quarzitischer Sandstein. Die Quarzkörner, mit verzahntem Rand, zeigen undulöse Auslöschung oder sogar Druckzwillinge. Die farblosen Muscovitblättchen rufen eine gewisse Schieferung hervor. + Nicols. Vergr.  $23\times$ . S. 94 (627).
- » 6. Sandstein mit gut erhaltener blastopsammitischer Reliktstruktur. + Nicols. Vergr.  $25\times$ . S. 69 (418).



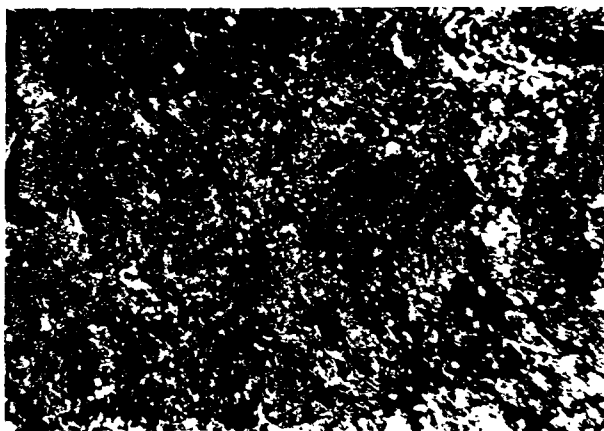
1



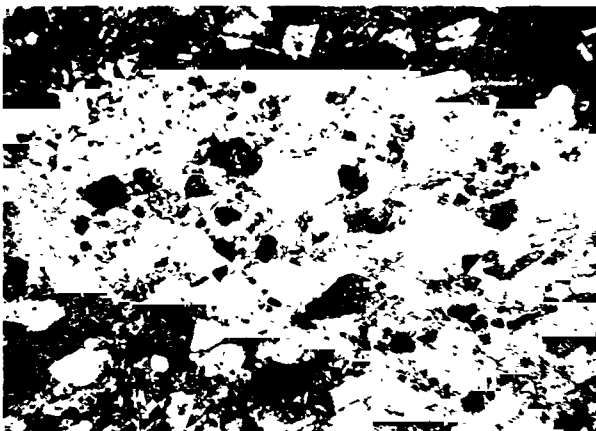
2



3



4



5



6





### Erklärung der Tafel VIII.

- Fig. 1. Gebänderter Mesogneissquarzit. Längs der Mitte der Figur eine grobkörnigere (quarzitische) Lage, umgeben von feinkörnigeren (phyllitischen) Lagen. + Nicols. Vergr.  $21\times$ . S. 74 (461).
2. Dichter Leptit. Die feinkörnige, allotriomorphe Masse mit einem eingelagerten Granatindividuum setzt sich aus Quarz, Orthoklas und Biotit zusammen. Vergr.  $36\times$ . S. 11 (1).
3. Turmalinhaltiger Leptit. Die feinkörnige Gesteinsmasse ist lepidoblastisch mit deutlicher Kristallisationsschieferung. Die dunkleren Partien bestehen hauptsächlich aus Biotit und Erzpartikelchen, die helleren aus Quarz und Feldspat. Vergr.  $27\times$ . S. 13 (5).
4. Glaukonitsandstein. Vergr.  $25\times$ . S. 75 (468).
- 5 und 6. Phyllitischer Schiefer. Fig. 6 bei + Nicols. Vergr.  $41\times$ . S. 56 (322).





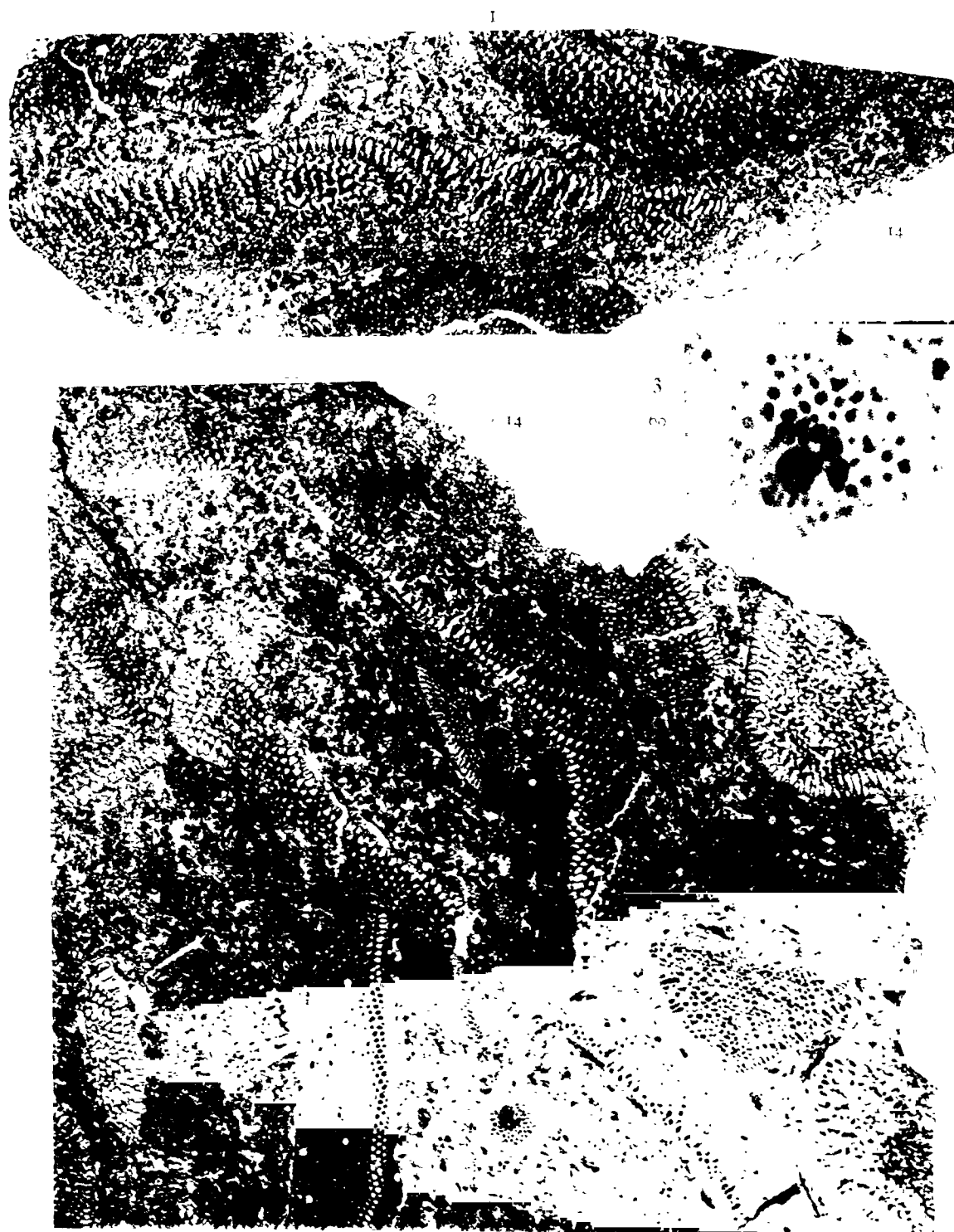




### Explication de la planche IX.

- Fig. 1. Coupe mince de l'échantillon (40, photographiée en lumière réfléchie avec un grossissement de 10 fois en diamètre; on distingue vers le haut de la figure à droite (a) une section axiale d'*Orbitolina conulus*, à gauche la section d'un *Choffatella* de grande taille, et en outre de nombreux *Milliolidés*.
- » 2. Autre coupe du même échantillon montrant dans le bas en gauche (a) une section oblique d'*Orbitolina conulus*; plusieurs sections de *Milliolidés*.
- » 3. Section mince de l'échantillon (201), avec un grossissement de 14 fois en diamètre; on distingue une belle section à peu près perpendiculaire à l'axe d'*Orbitolina* cf. *discoidea*, un peu au dessous de la surface supérieure.




$$f_{\alpha} = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{\alpha} + \frac{1}{1-\alpha} \right) \quad \text{for } 0 < \alpha < 1.$$



### Explication de la planche X.

- Fig. 1. Même section de l'échantillon (**201**) montrant une coupe d'*O. cf. discoidea* à peu près parallèle à l'axe; elle montre la couche réticulée superficielle et les séparations des loges avec leur forme en zig-zag caractéristique. (Gr. 14 fois.)
2. Même section de l'échantillon (**201**); à droite plusieurs sections de l'*Orbitolina bulgarica*, dans le voisinage de l'axe; en haut au milieu et à gauche une section d'une grande *O. cf. discoidea* à bords fortement relevés; vers le milieu en bas une section de l'*O. bulgarica* passant par la loge initiale.
3. Cette même section de la loge initiale grossie 60 fois montrant cette loge initiale de forme circulaire à laquelle font suite d'autres loges également circulaires paraissant disposées en spirale et de grandeur progressivement décroissante.









### Explication de la planche XI.

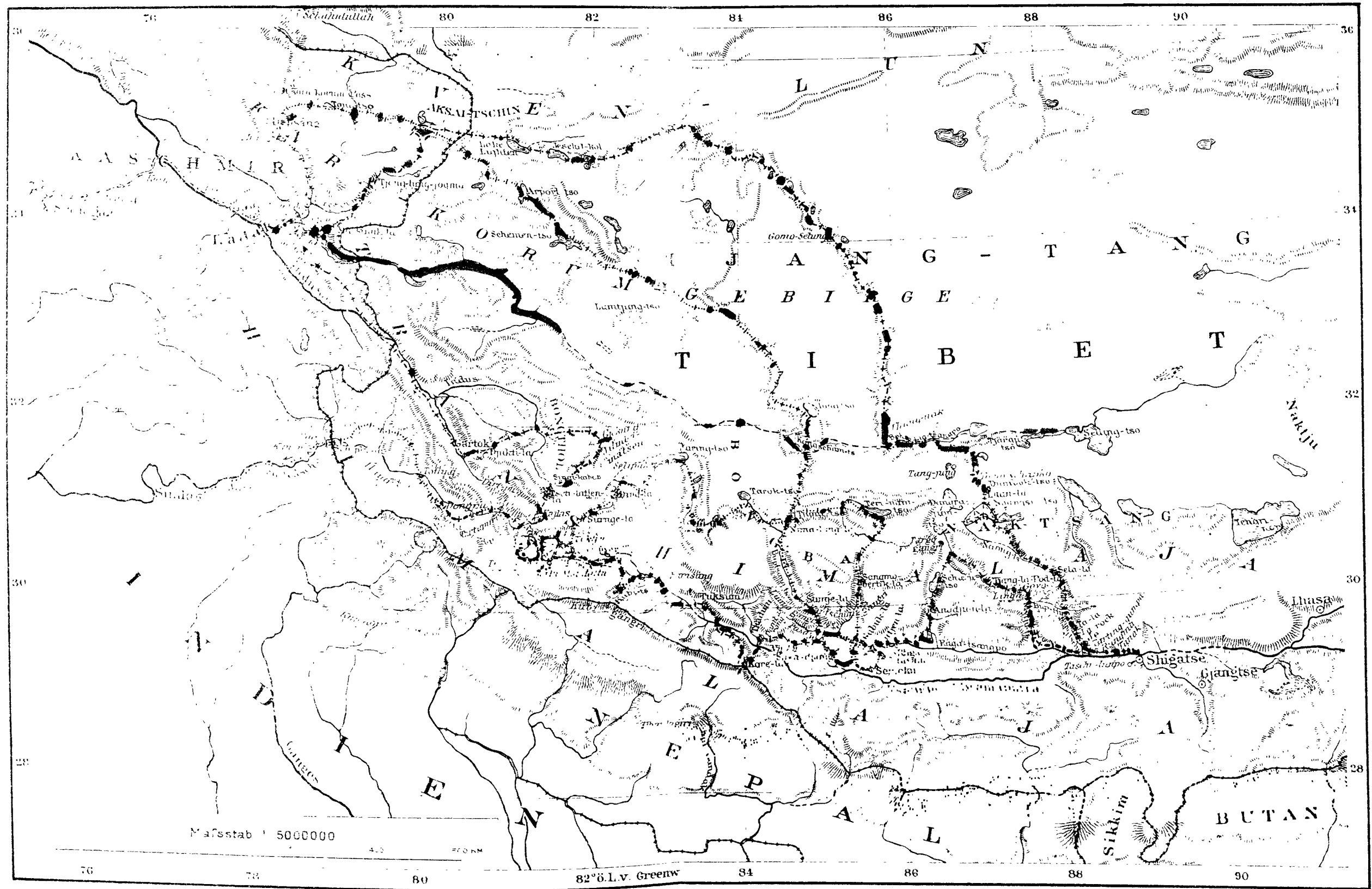
- Fig. 1. Coupe mince de l'échantillon (761), montrant sections triangulaires de l'*O. bulgarica* et des sections allongées ou en chevron de l'*O. cf. discoidea*; (gross. 10 fois).
2. *Praeradiolites Hedini*, nov. sp., figure montrant la forme générale, l'épaisseur des couches du test et leur disposition imbriquée.
3. Même espèce, vue de la région dorsale.
4. Même espèce, vue de la région siphonale, montrant les deux côtés arrondies avec traces de méplat, qui correspondent aux zones siphonales E et S.
5. Section transverse montrant l'arête ligamentaire et en bas à gauche les deux côtes siphonales: la côte E est manifestement tronquée, tandis que la côte S est arrondie; entre les deux un sillon anguleux correspondant à l'interbande.
6. Autre section du même échantillon, avec les deux côtes siphonales, en bas et à droite (E et S).





# KARTE VON SÜDWESTTIBET MIT EINGEZEICHNETEN FUNDORTEN DER VERSCHIEDENEN GEOLOGISCHEN FORMATIONEN.

KARTE A.



Maßstab 1:500000

----- Reisezug 1901

----- Reisezug 1906-1907

..... Reisezug 1907-1908

■ Tertiäre Sande  
u. d. P. d. Jasp.

■ Gault-Cretac.  
Falksteine

■ Spätpaläo.  
Granite, Diabase,  
Porphyre

■ Spätpaläo.  
Liparit, Dacite,  
And. sil., Basalte

..... Jungtertiäre  
Konglomerate,  
Sandsteine,  
Schiefer

■ Kristalline  
Schiefer

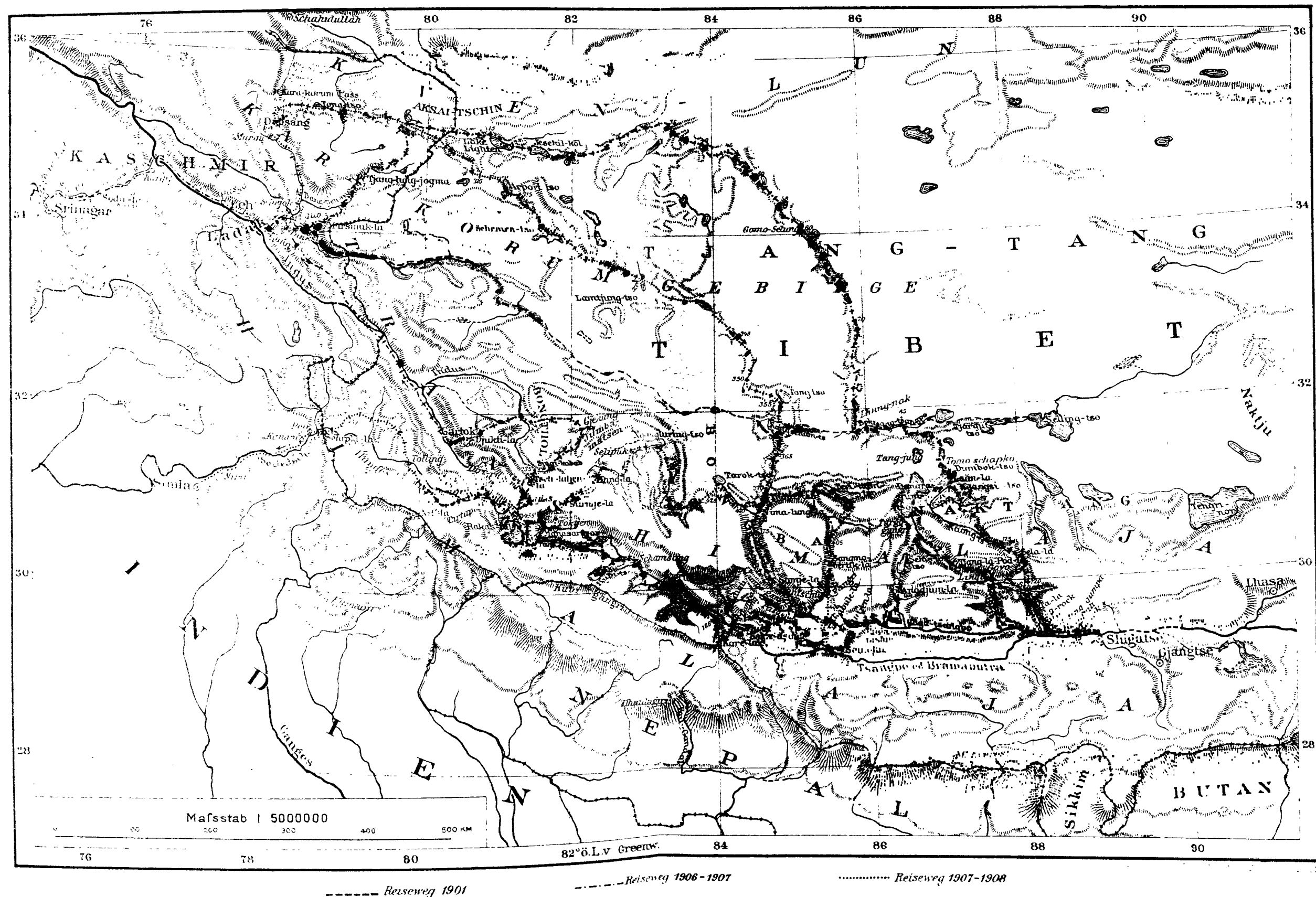






AUF GRUNDLAGE DER KARTE A KONSTRUIRTE GEBIRGSGRUNDKARTE VON SÜDWESTTIBET.

KARTE B.



- |  |                               |  |  |   |                              |
|--|-------------------------------|--|--|---|------------------------------|
| Jura-Neocom:<br>Quarzitsche Sand-<br>steine, Phyllite, Jaspis. | Gault-Cenoman:<br>Kalksteine. | Späteocän:<br>Granite, Dio-<br>rite, Diabase,<br>Peridotite. | Späteocän:<br>Liparite, Da-<br>cite, Andesite,<br>Basalte. | Jungtertiär:<br>Konglomerate,<br>Sandsteine,<br>Schiefer. | Kristallinische<br>Schiefer. |
|--|-------------------------------|--|--|---|------------------------------|







CENTRAL ARCHAEOLOGICAL LIBRARY  
NEW DELHI

Issue Record.

Catalogue No. 915.15/Hed.-2215.

Author— Hed in, Sven.

Title—Southern Tibet.Vol. V.

Borrower No.	Date of Issue	Date of Return

P.T.O.

CENTRAL ARCHAEOLOGICAL LIBRARY  
NEW DELHI

Borrower's Record.

Catalogue No. 915.15/Hed.-2215.

Author— Hed in,, Sven.

Title—Southern Tibet.Vol.V.

Borrower No.	Date of Issue	Date of Return

P.T.O.